Die Aufbereitung feinkörnigen und mehlartigen Gutes im pulsierenden Luftstrom.

Von der

Technischen Hochschule zu Breslau

zur

Erlangung der Würde eines Doktor-Ingenieurs

genehmigte

DISSERTATION

Vorgelegt von

Dipl.-Ing. Walter Riebeck

aus Frechen.

Referent:
Prof. Dr.-Ing. W. Groß

Korreferent:
Prof. Dr.-Ing. G. Spackeler

Tag der mündlichen Prüfung: 21. Juli 1933.

Bad Salzbrunn
Buchdruckerei der Salzbrunner Zeitung
1933.

Die Aufbereitung feinkörnigen und mehlartigen Gutes im pulsierenden Luftstrom.

Von der

Technischen Hochschule zu Breslau

zur

Erlangung der Würde eines Doktor-Ingenieurs

genehmigte

DISSERTATION

Vorgelegt von

Dipl.-Ing. Walter Riebeck

aus Frechen.

Referent:
Prof. Dr.-Ing. W. Groß

Korreferent:
Prof. Dr.-Ing. G. Spackeler

Tag der mündlichen Prüfung: 21. Juli 1933.

Bad Salzbrunn
Buchdruckerei der Salzbrunner Zeitung
1933.

Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41543117_0050

Einleitung.

Von den Trockenaufbereitungs-Verfahren haben in Deutschland die pneumatischen Verfahren wirtschaftliche Bedeutung erlangt, also solche, welche auf Grund des Unterschiedes im spez. Gewicht der Bestandteile arbeiten und die Luft zur Trennung heranziehen. Diejenigen Verfahren, welche zur Trennung von Kohle und Bergen den Unterschied in der Reibung (Spiralseparatoren, Scheiben- und Bandsichter) oder den Unterschied in der Elastizität (Berrisford u. Etna) benutzen, haben sich nicht einführen können, obgleich in England fast die Hälfte der trocken aufbereiteten Kohle nach diesen Verfahren behandelt wird[1]).

Die rein pneumatischen Verfahren gliedern sich in 2 Gruppen, nämlich in solche mit stillstehender Platte und pulsierendem Luftstrom (Luftsetzmaschinen) und in solche mit beweglicher Platte und kontinuierlichem Luftstrom (Luftherde). Die Zwischenbildung: bewegte Platte und pulsierender Luftstrom hat sich nicht durchsetzen können. Die Anwendung beider Verfahren blieb zunächst auf die Kessel- und Gaskohle beschränkt, die vorher unaufbereitet mit genügend niedrigem Aschengehalt verkauft werden konnte. Sodann erstreckte sie sich auf die Aufbereitung von kleinen Sortimenten, wie Nuß und Erbs, wo sie das Handklauben ersetzt. So ist in den meisten Fällen die Einführung der Trockenaufbereitung nicht auf Kosten der nassen erfolgt. Erst in neuester Zeit fängt die Luftaufbereitung an, mit der Nassen zu konkurrieren und wird damit auf ein Gebiet gelenkt, welches ihr in erster Linie

wegen voller Ausnutzung ihrer Vorteile vorbehalten sein sollte. Die Lage ist somit für beide Aufbereitungsarten vorteilhaft, denn die im allgemeinen hohe Entwicklung der nassen Prozesse steckt der Luftaufbereitung ein hohes Ziel. Andererseits hat die Entwicklung der Luftaufbereitung die Wortführer der nassen Aufbereitung dazu veranlaßt, an die Verbesserung des Waschprozesses und der Entwässerung heranzugehen.

Bei dem großen Interesse, das der pneumatischen Aufbereitung entgegengebracht wird (erst vor einigen Wochen sind wieder 2 Anlagen in Bestellung gegeben worden) war es daher angebracht, auf experimentellem Wege festzustellen, welche Ergebnisse sich auf pneumatischem Wege erzielen lassen und welche Unterschiede gegenüber der nassen Aufbereitung bestehen. Im allgemeinen herrscht nämlich noch Unklarheit über die Möglichkeiten der Anwendung und über die erreichbaren Resultate gegenüber der Naßwäsche.

Während die pneumatischen Setzmaschinen nach dem Prinzip der bekannten altbewährten Kolbensetzmaschine arbeiten, ist die Bezeichnung „Luftherd" nur in Anlehnung an die naßmechanische Erzaufbereitung erfolgt. Die Arbeitsweise des Luftherdes gleicht weder der eines Naßherdes, noch ist eine Verwandschaft mit der Stromrinne festzustellen. Bei sämtlichen bekannten Herdapparaturen strömt die Luft senkrecht zur Bewegungsbahn des Kohlenstromes, während bei den Naßherden und der Rheorinne das Wasser in der gleichen Ebene wie die aufzubereitenden Stoffe fließt. Für den vorzunehmenden Vergleich „naß oder trocken" kann daher nur die Setzmaschine herangezogen werden. Es befaßt sich die nachstehende Arbeit mit der Aufbereitung von feinkörnigem und mehlartigem

Gut im pulsierenden Luftstrom sowie zur Gegenüberstellung mit Ergebnissen, welche in einem abwechselnd auf- und abwärts fließenden Wasserstrom erzielt werden.

I. Zur Theorie des Setzprozesses.

Zur rechnerischen Erfassung des Setzprozesses gehen die Fachschriftsteller gern von der physikalischen Methode der Trennung nach dem spez. Gewicht durch Entwicklung der Höchstgeschwindigkeit aus und benutzen das Newton'sche Fallgesetz. Dieses Gesetz besagt, daß bei gleicher Form der einzelnen Bestandteile sich bei derselben Endgeschwindigkeit die Durchmesser umgekehrt verhalten

im Wasser: wie die um 1 verminderten spez. Gewichte
in der Luft: wie die spez. Gewichte.

Für Kohle mit einem spez. Gewicht von 1,5 und für Berge mit einem spez. Gewicht von 2,6 ergibt sich hiernach dasselbe v-Maximum, wenn sich die Korndurchmesser

im Wasser: wie 3,2 : 1 und
in der Luft: wie 1,7 : 1 verhalten.

Auf Grund dieser Ueberlegung wird z. B. von Schäfer[2]) und von Prockat[3]) behauptet, daß es in allen Fällen schwieriger sein wird, dieselbe Kohle trocken aufzubereiten, d. h. bei der Trockenaufbereitung würde das Ausbringen bei gleichem Aschengehalt stets geringer sein. Demgegenüber hat Mößner[4]) nachgewiesen, daß durch Einführung der Viskosität des Dispersionsmittels in die Newton'sche Gleichung, ohne die das Stokes'sche Gesetz für den Bereich kleinster Teilchen undenkbar ist[5]), der Gleichfälligkeits-Koeffizient bezüglich des Wassers bedeutend schlechter abschneidet und das Verhältnis zwischen beiden Aufbereitungsverfahren nicht mehr so ungünstig erscheint. Unter Berücksichtigung der Viskosität besteht nach diesen

Ausführungen bereits Gleichfälligkeit bei einem Kohlenkorndurchmesser von 2 mm, wenn das Verhältnis des Kohle- zum Bergekorns

im Wasser: 2,2 : 1 und
in der Luft: 1,6 : 1 beträgt.

Während dieser Gleichfälligkeitskoeffizient für die Bestimmung der Siebskala bei allen Verfahren, in denen sich der Fall von Körpern frei entwickeln kann, zur Erzielung der Sortentrennung unumstößliche Gültigkeit hat, tritt eine Verschiebung der Gleichfälligkeit in all den Fällen ein, wo wie beim Setzprozeß die Fallhöhe so gering ist, daß nicht alle Körner ihre maximale Geschwindigkeit entwickeln können. Von uns werden dann **die zu gleicher Zeit auf den Boden auftreffenden Körner als praktisch gleichfällig bezeichnet,** trotzdem sie in verschiedenen Zeiten ihr v-Maximum erreichen. Hier wird die rechnerische Bestimmung, die von verschiedenen Forschern versucht wurde, sehr schwierig und hat bei Finkey[6]) zu komplizierten mathematischen Ableitungen geführt. Es müssen nämlich nicht nur die Anfangsgeschwindigkeiten und der Fall in der ersten Beschleunigungsperiode erfaßt werden, sondern es treten noch andere Faktoren hinzu und zwar:

1.) Die Körper fallen nicht einzeln, sondern in Massen.
2.) In dem Massengut sind neben Körpern von stark abweichendem spez. Gewicht Uebergänge vertreten (Waschkurve).
3.) Die Körper haben keine Kugelform, sondern sind sehr unregelmäßig.
4.) Das Dispersionsmittel befindet sich meistens in turbulentem Zustande.

5.) Der Wasser- oder Luftstrom wirkt infolge des beengten Raumes röhrenartig (Verengungsfaktor Finkeys).

6.) Diese röhrenartige Bewegung hat in jedem Moment eine verschieden große Geschwindigkeit infolge ständigen Wechsels der Auflockerung des Setzgutes.

7.) Beim Naßsetzprozeß steigt der Wasserstrom nicht nur auf, sondern macht auch eine abwärts-zurückfließende Bewegung.

8.) Beim Naßsetzprozeß schafft die horizontale Abflußbewegung des Wassers in jeder Höhenlage eine verschieden große Strömung.

Wir sehen also, daß es für den Bergmann, den Aufbereitungsfachmann oder den normalen Maschineningenieur nahezu unmöglich ist, für die Bewegung fester Körper im flüssigen Medium oder in strömenden Gasen eine brauchbare theoretische Auseinandersetzung zu finden. Auch die Fachleute der Strömungslehre sind noch weit davon entfernt, brauchbare Ergebnisse für die Bewegung fester Körper derartiger Unregelmäßigkeit, wie sie bei Feinkohle vorliegt, zu finden. Es ist noch nicht gelungen, eine Theorie für die stoffliche Trennung heterogener fester Phasen[7]) also für die Trennung der Berge von der Kohle oder der Berge und des Mittelproduktes von der Kohle auseinanderzusetzen, aus der mit 90% Sicherheit etwas über den Ablauf des Prozesses ausgesagt oder durch welche die Bewegung fester Körper in einem Medium mit innerer Reibung gar rechnerisch festgelegt und von dem praktischen Aufbereiter benutzt werden kann.

Wir sind daher bei dem Setzprozeß auf den Versuch angewiesen. (Skizze der Versuchseinrichtung für die Laboratoriumssetzversuche.)

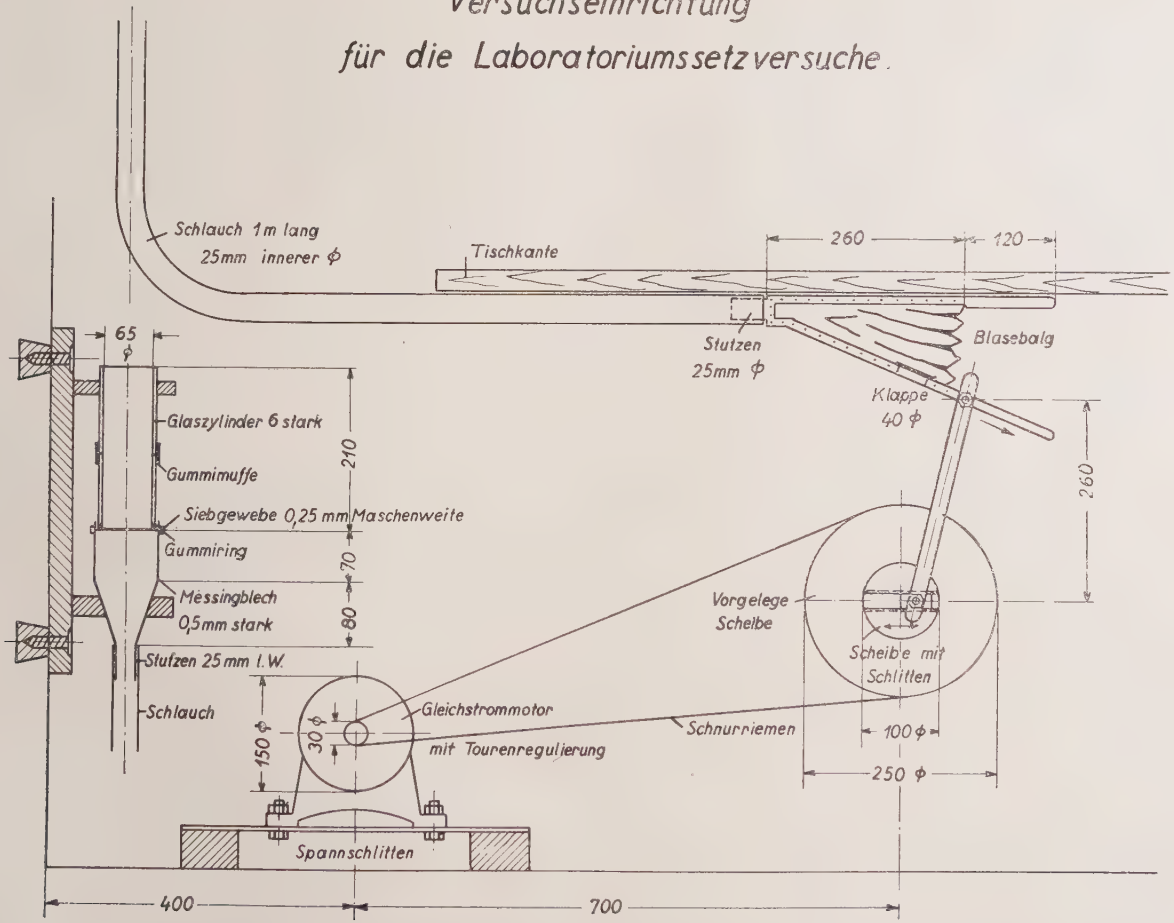
II. Beschreibung der Versuchseinrichtung.

Der Hauptbestandteil der Versuchseinrichtung ist der Setzzylinder. Für die richtige Bemessung dieses Zylinders waren Vorversuche mit Zylindern verschiedener Weite angestellt worden. Da Feinkohlenuntersuchungen bis zu einer Korngröße von 10 mm durchgeführt werden sollten, mußte ein Glas gewählt werden, dessen Durchmesser so groß bemessen ist, daß praktisch keine Wandbeeinflussung erfolgt. Dieses war bei der Abmessung 65 mm l. W. der Fall. Es wurden zur Erzielung einer genügend hohen Setzschicht 2 Schaugläser übereinander gesetzt und durch eine Gummimanschette gehalten. Diese zweiteilige Anordnung, welche die Anschaffung eines besonderen Setzzylinders ersparte, hatte den Vorteil, daß bei Abnahme der tieferliegenden Setzgutschichten durch Wegnahme des oberen Zylinderteiles ein bequemeres Arbeiten möglich war.

Als Setzsieb erwies sich ein mittels Falz auf die Druckkammer gelötetes 576er Maschensieb als stark genug, um ein Atmen des Siebes auszuschließen und größeren Durchfall zu vermeiden.

Der für die Setzarbeit erforderliche Wind wurde in einem Blasebalg erzeugt. Obgleich ein kleiner Ventilator oder auch Preßluft zur Verfügung standen, war der Blasebalg zweckmäßiger, weil mit ihm auf einfacherem Wege der pulsierende Luftstrom geschaffen werden konnte. Die Einrichtung einer mechanischen Pulserzeugung zwischen Ventilator und Setzzylinder wäre wohl technisch möglich gewesen, doch hätte die konstruktive Ausführung zur Schaffung des besten Verhältnisses zwischen Druck und Windmenge bei den verschiedenen Körnungen bei der Klein-

Versuchseinrichtung
für die Laboratoriumssetzversuche.



heit der Apparatur erhebliche Schwierigkeiten bereitet. Bei dem Blasebalg ließ sich eine bequeme Regelung der Pulszahl und der Windmenge durchführen. Die als Feineinstellung vorgesehene Verschiebbarkeit der Excenterstange an dem freien Arme des Blasebalges brauchte bei keinem Versuch betätigt zu werden. Die Verstellung des schwalbenschwanzförmigen Schlittens auf der Antriebsscheibe genügte.

Bei der so gewählten Versuchsanordnung entsteht als Setzkurve eine Sinuslinie, welche mit jedem Puls von der Null-Linie ihren Ausgang nimmt.

Für die Naßsetzversuche wurde dieselbe Apparatur benutzt. Sie brauchte nur durch Zwischenschalten eines Kessels zwischen Blasebalg und Setzzylinder ergänzt zu werden. Zum bequemen Arbeiten wurde der Wasserkessel in vertikaler Richtung verschiebbar eingerichtet.

III. Durchführung der Versuche, Aufstellung von Luft- und Naßsetzkurven.

Auf der eben beschriebenen Apparatur wurden Feinkohlen des In- und Auslandes behandelt. Diese umfaßten Kessel-, Gas-, Koks- und Brikettierkohlen.

Der Setzzylinder wurde mit Rohkohle gefüllt und durch Veränderung der Windmenge, der Schichthöhe und der Pulszahl die richtige Einstellung gesucht. Sodann wurde nach Ablauf des Setzprozesses ungefähr die Hälfte des eingefüllten Materials herausgeschöpft und neue Rohkohle nachgefüllt. Nach mehrmaliger Wiederholung dieses Spieles haben sich auf dem Setzsieb soviel Berge angesammelt, daß dieselben ebenfalls herausgenommen werden müssen. Um nun einerseits die gesetzte Kohle in ungestörter Schichtung und andererseits die Berge in ihrer wahren Beschaffenheit zu gewinnen, war es erforderlich, die Re-

Die Differenz zwischen Luftsetzkurve und Waschkurve kann nur dadurch entstanden sein, daß die Kohle durch den Setzprozeß nicht genau nach dem spez. Gewicht geschichtet wird, sondern die einzelnen Lagen Material von verschiedenem spez. Gewicht enthalten. Da die sich ergebende Abweichung zwischen beiden Kurven als Maßstab für die Beurteilung von Aufbereitungserfolgen gilt und bei der Festsetzung von Waschbedingungen eine große Rolle spielt, war die Untersuchung wichtig, wie groß die Streuung oder besser das Fehlwandern einzelner Bestandteile ist. Zu diesem Zweck wurden die einzelnen Luftsetzfraktionen wie vorher die Rohkohle in spezifisch schweren Lösungen (Bromoform-Tetrachlorkohlenstoff-Gemischen einerseits und Tetrachlorkohlenstoff-Benzolgemischen andererseits) abgeschwommen.

Beim vorliegenden Versuch hatten die einzelnen Luftsetzfraktionen die auf Tabelle 2 angeführte Zusammensetzung.

Es ergibt sich, daß jede Fraktion ein Gemisch aller Bestandteile verschiedenen spez. Gewichtes ist. Die Aufbereitung ist dadurch erfolgt, daß der Mengenanteil dieser Bestandteile in den einzelnen Fraktionen verschieden ist, indem die schweren Bergeteile von L 1 — L 8 stetig zunehmen und die leichten Kohlenteile stetig abnehmen. Die Abweichung gegen die Waschkurve entsteht also dadurch, daß z. B. in der Fraktion L 1, die nach der Größe des gewichtsmäßigen Ausbringens im Waschkurvengebiet — 1,4 spez. Gewicht liegt, bereits

1,48% Material von 1,4—1,5;
0,44% leichtes Mittelprodukt von 1,5—1,6;
0,21% schweres Mittelprodukt von 1,6—1,8 und
0,06% Berge schwerer als 1,8 spez. Gewicht

Kurvenblatt Nr. 1

Oberschlesische Flammkohle 10 – 3 mm

——— Kurve nach dem S.u.S. Verfahren
– – – – " " " Luftsetzverfahren
---------- " " " Naßsetzverfahren

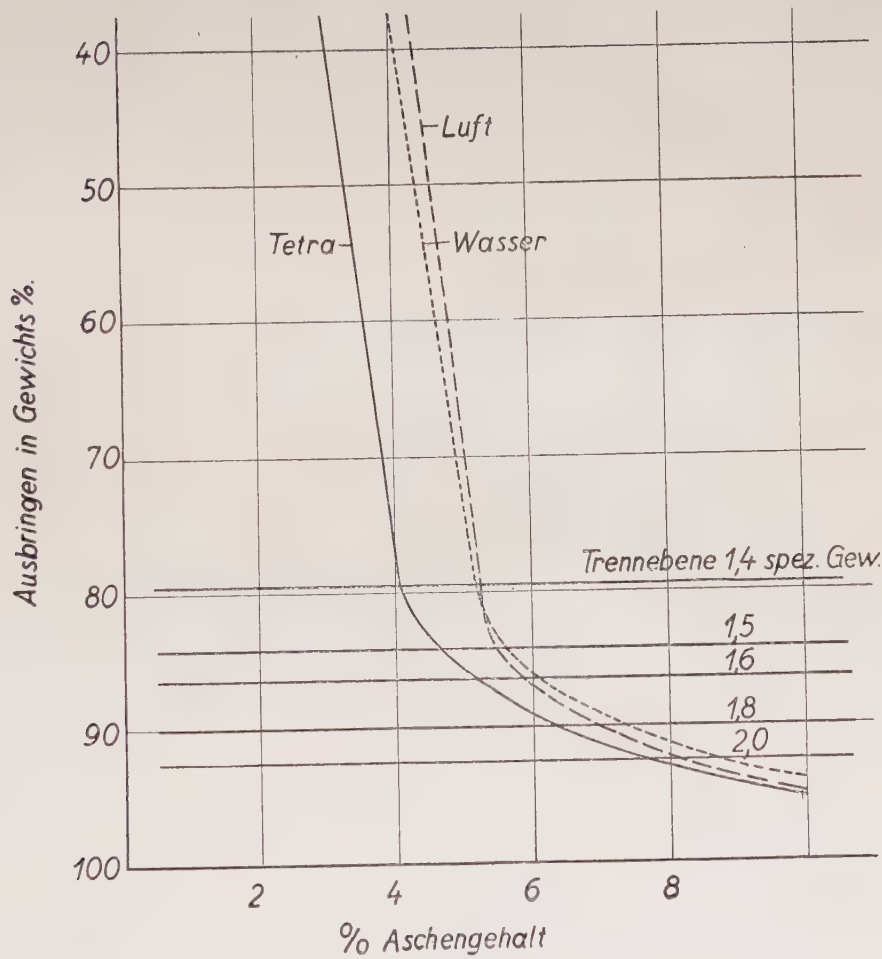


Tabelle 2

Oberschlesische Flammkohle 10–3 mm.

Gewichtsmäßige Anteile der einzelnen Luftsetzfraktionen an Bestandteilen verschiedenen spez. Gewichtes:

Spez. Gewicht	L 1 Menge	L 2 Menge	L 3 Menge	L 4 Menge	L 5 Menge	L 6 Menge	L 7 Menge	L 8 Menge	L 1 – L 8 Menge %	Waschk. Menge %
–1,4	38,14	20,41	11,58	6,75	0,71	0,35	0,39	0,10	78,43	79,68
1,4–1,5	1,48	1,26	0,87	0,70	0,34	0,22	0,20	0,04	5,11	4,56
1,5–1,6	0,44	0,45	0,41	0,60	0,29	0,29	0,15	0,05	2,68	2,26
1,6–1,8	0,21	0,43	0,20	0,11	0,70	0,74	0,66	0,36	3,41	3,47
1,8–2,0	0,05	0,08	0,04	0,05	0,15	0,57	1,01	0,77	2,72	2,48
+2,0	0,01	0,02	–	–	0,03	0,19	1,34	6,06	7,65	7,55
	40,33	22,65	13,10	8,21	2,22	2,36	3,75	7,38	100,00	100,00

bezogen auf die Rohkohlenmenge enthalten sind. Bei der Fraktion L 8 wiederum, welche nach ihrer Menge in das Waschkurvengebiet + 2,0 fällt, sind insgesamt 1,32% Material leichter als 2,0 spez. Gewicht vertreten.

Neben dem Unterschied im Aschengehalt fiel die verschiedene Korngrösse der einzelnen Schwimmfraktionen gleichen spez. Gewichtes auf, L 1—1,4 hatte seine normale Zusammensetzung, die folgenden Fraktionen bis zu L 8—1,4 wurden immer grobstückiger. Parallel mit dieser Veränderung in der Korngröße nahm der glänzende Farbton ab und in L 8—1,4 waren nur noch kubische Stücke mit einem dunklen matten Farbton zu sehen.

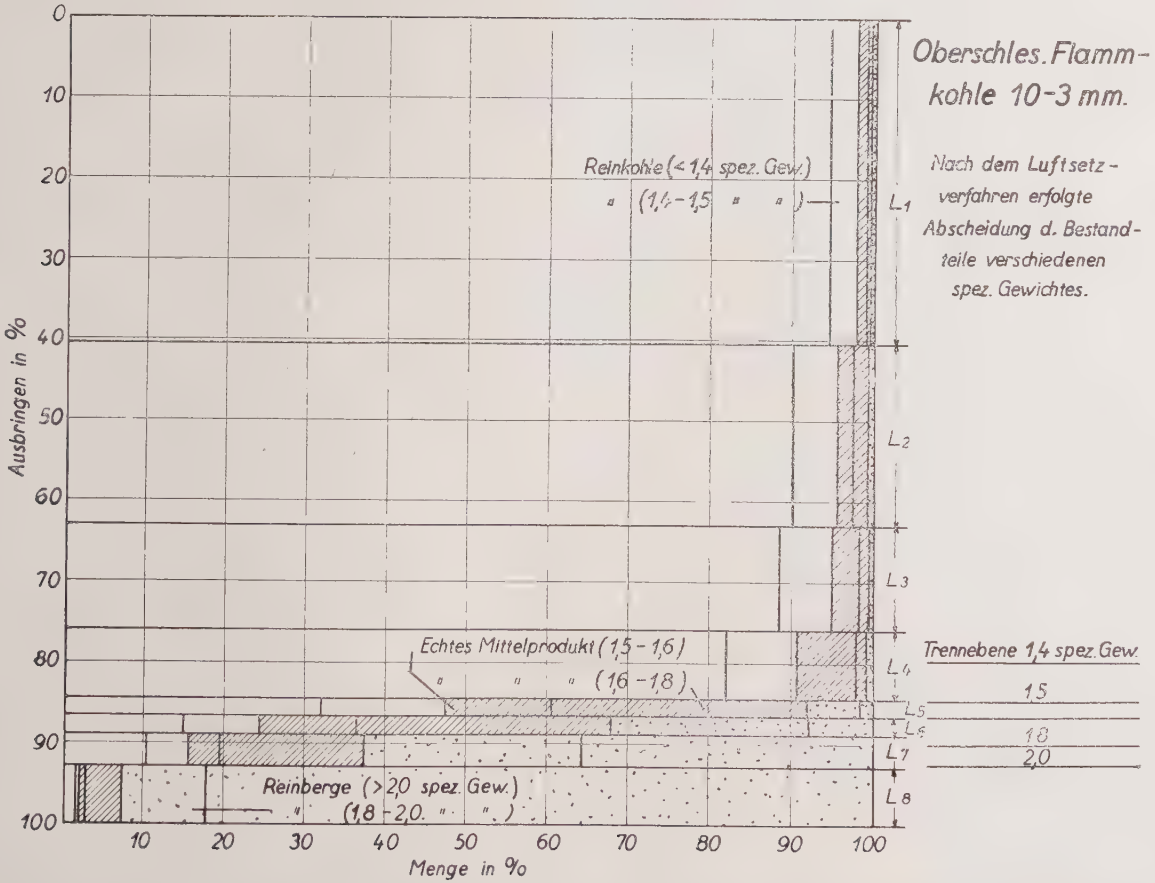
Sämtliche Zwischenfraktionen verschiedenen spez. Gewichtes bilden ebenso Uebergänge in Farbe, Korngröße und Kornform.

Das Fehlwandern beim Setzprozeß wird also nicht nur durch geringe Unterschiede im spez. Gewicht, sondern auch durch die verschiedene Korngröße und Kornform der einzelnen Bestandteile hervorgerufen oder zum Mindesten begünstigt. Die Abweichung gegen die Waschkurve wäre noch kleiner, wenn gleichförmiges Material von möglichst kubischer Form aufbereitet wird.

Uebersichtlicher als die zahlenmäßige Angabe der Trennung der einzelnen Luftsetzfraktionen nach dem spez. Gewicht zeigt Block- oder Balkendiagramm 1 das Fehlwandern der einzelnen Bestandteile.

Während die Setzkurve Ausbringen mit Aschengehalt vergleicht und über die Zusammensetzung der Waschprodukte nichts aussagt, wurde dort das Ausbringen den tatsächlich vorhandenen Mengen an Reinkohle, echtem Mittelprodukt und reinen Bergen gegenübergestellt und

Block od. Balkendiagramm Nr 1.



zwar unabhängig von dem Anteil des Unverbrennlichen, wodurch der leicht irreführende Einfluß der Glühverlustmethode auf den Aschengehalt kalk-, pyrit- und eisenhaltiger Berge ausgeschaltet wird. Wir erhalten dadurch eine sehr gute bildliche Wiedergabe des Setzversuches, in der die einzelnen Flächen gewichtsmäßige Mengen darstellen. Auf diese Weise wird die Abweichung gegen die theoretische Schichtung nach dem spez. Gewicht deutlich erkennbar, man sieht, wie sich die Streuung vollzogen hat. Hierbei haben die Fraktionen L 5 und L 6 eine Zusammensetzung, die im landläufigen Sinne als Mittelprodukt bezeichnet wird, weil in ihnen die Bestandteile verschiedenen spez. Gewichtes zu fast gleichen Teilen vertreten sind. Da nur das gröbste Mittelproduktkorn abgeschieden wurde, sind diese Fraktionen jedoch gewichtsmäßig klein. Diese Erscheinung ist indessen nicht neu, sondern jedem praktischen Aufbereiter auch von den Naßwäschen her bekannt. In allen Setzmaschinenwäschen fällt das Mittelprodukt durch seine von den anderen Waschprodukten abweichende Kornform auf.

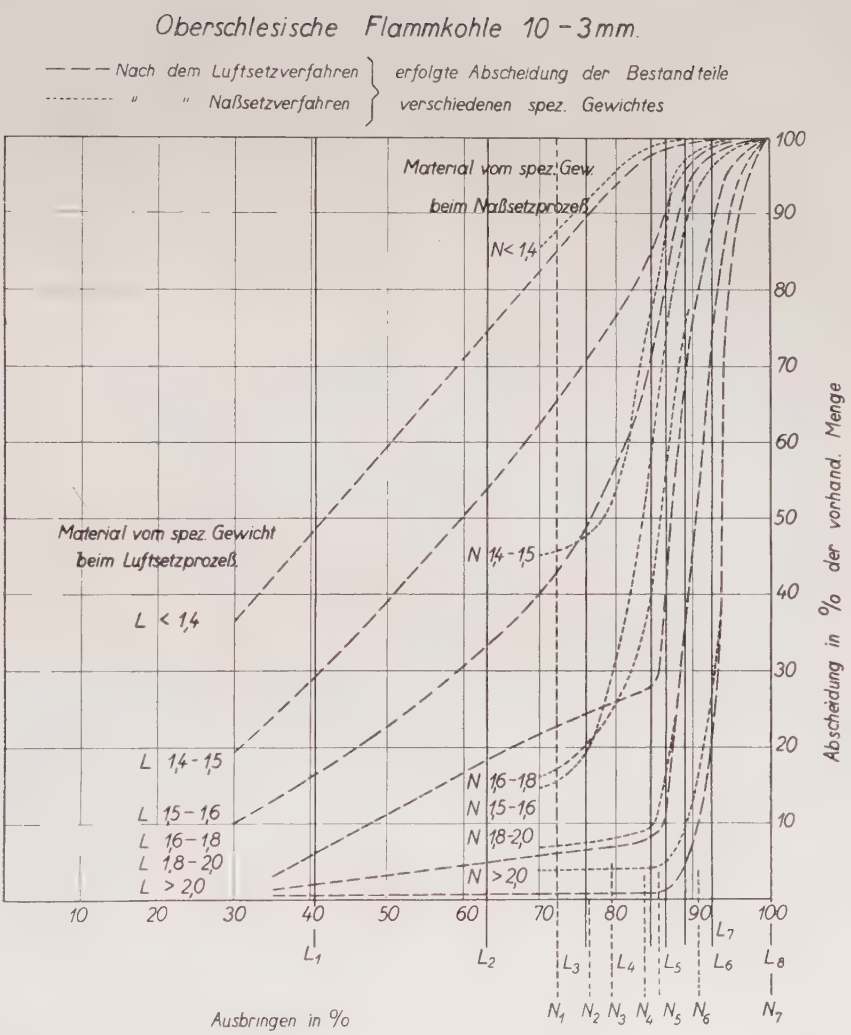
Da wir daran gewöhnt sind, den Ablauf eines technischen Prozesses in Form eines Wirkungsgrades, also in einem Verhältnis des Gewinnes zur vorhandenen Menge auszudrücken, mußte außer der zahlenmäßigen Angabe und der bildlichen Wiedergabe des Setzversuches noch eine andere Darstellung gesucht werden, welche auch noch kleine Unterschiede in der erfolgten Aufbereitung anzeigt. Besonders für das Verhalten des Mittelproduktes war eine bessere Uebersicht erforderlich, weil dieses Produkt in geringer Menge und daher in kleinen Flächen erscheint, die, wie sich bei den späteren Versuchen mit Feinkorn herausstellte, so kleine Dimensionen annehmen, daß eine zeichnerische Wiedergabe unmöglich wird. Die bei kleinen

Größen oft mit Erfolg angewandte logarithmische Darstellung erwies sich wohl für die Mittelproduktabscheidung brauchbar, scheiterte indessen an der Unübersichtlichkeit der große Zahlen ergebenden Reinkohlenabscheidung. Wir waren daher gezwungen, von einer graphischen Darstellung wahrer Größen abzusehen und mit überhöhtem linearem Maßtab zu arbeiten. Als Bezugszahl wurde für die einzelnen Bestandteile gleichen spez. Gewichtes die Zahl 100 gewählt, die Umrechnung der Tabelle 2 in diesem Sinne vorgenommen und das Ergebnis in Abhängigkeit vom Ausbringen als Ordinate auf Kurvenblatt 2 aufgetragen.

Die Verbindungslinie der Endpunkte liefert eine Kurve. Der Verlauf der einzelnen Kurven ist verschieden. Die Reinkohle und die Reinberge ergeben Kurven mit einem entgegengesetzt gerichteten scharfen Knickpunkt, während die Mittelproduktkurven in einem flachen Bogen verlaufen und nur die Tendenz zeigen, sich mit den Bergen abscheiden zu wollen. Erst das schwere Mittelprodukt von 1,6—1,8 spez. Gewicht zeigt einen deutlichen Knickpunkt und läßt sich zu über 70% seiner Menge mit den Bergen austragen. Immerhin ist zu erkennen, daß sogar bei dem Material von 1,4—1,5 spez. Gewicht eine Abscheidung in geringen Mengen erfolgt ist, ohne daß ein großer Verlust an Material von —1,4 entsteht.

Das wirtschaftlichste Ausbringen liegt bei den Kurven-Knickpunkten und gibt bei Betriebsanlagen den quantitativen Wirkungsgrad der Aufbereitung an. Anhand dieser Darstellung kann bestimmt werden, ob auf der Setzmaschine nur Berge oder auch Mittelprodukt auszutragen ist. Bei der untersuchten Kohle hat das Wäscheausbringen 85%, die Bergemenge 10% und das Mittelprodukt 5% der Aufgabe zu betragen. Die Mittelproduktabscheidung ist er-

Kurvenblatt Nr. 2.



forderlich wegen eines sonst zu hohen Kohlenverlustes in den Bergen. Erst wenn ein höherer Aschengehalt der luftgesetzten Kohle zulässig ist, darf auf die Abscheidung von Mittelprodukt verzichtet werden. Die Aschengehaltszunahme beträgt dann bereits 1,5%. Auf Kurvenblatt 1 ist ersichtlich, daß das Ausbringen von 85% einer Trennebene von ca. 1,5 spez. Gewicht entspricht und daß die Abscheidung der Berge bei einer Trennebene von 1,8 spez. Gewicht erfolgt ist.

Zur Festlegung der Beziehung zwischen Aufbereitung und Wassergehalt wurde zu Beginn des Setzversuches von Parallelproben der Gehalt an Oberflächenwasser bestimmt. Um ein statisches, vom Feuchtigkeitsgehalt und der Temperatur der Luft unabhängiges Verfahren anzuwenden wurden die Kohlen 6 Stunden lang einer Trockenschrank-Temperatur von 45°C ausgesetzt. Da vielen Gruben nur der Gesamtwassergehalt ihrer Kohle bekannt ist, wurde eine Parallelbestimmung bei 105° C ausgeführt. Die Wasserabgabe betrug:

4,1% bei 105° C und
2,1% bei 45° C.

Ein nachteiliger Einfluß konnte beim vorliegenden Versuch nicht festgestellt werden.

Der mit derselben Kohle vorgenommene Naßsetzversuch wurde in gleicher Weise ausgewertet.

Die Naßsetzkurve und die Abscheidungsgrade wurden zum besseren Vergleich mit der Luftaufbereitung in das Kurvenblatt 1 und in das Kurvenblatt 2 eingezeichnet. Die nach dem Naßsetzverfahren erfolgte Abscheidung der Bestandteile verschiedenen spez. Gewichtes mußte dagegen auf einem besonderen Blatt aufgetragen werden (Block- oder Balkendiagramm Nr. 2), weil ein Ein-

zeichnen in das Diagramm 1 zur Unübersichtlichkeit führte.

Die Gegenüberstellung Naßsetz- und Luftsetz-Verfahren ergibt, daß die Abscheidung der Reinberge im Wasser etwas schlechter, die Abscheidung des echten Mittelproduktes dagegen um ein gewisses Maß besser erfolgt ist. Im Gesamteffekt werden dadurch die Naßsetz- und Luftsetzkurven (Kurvenblatt 1) fast deckungsgleich.

Den Unterschied in der Mittelproduktabscheidung erkennt man noch besser auf Kurvenblatt 2. Dort liegen die Knickpunkte der Abscheidungskurven im Wasser (wirtschaftliches Ausbringen) bei einem um 2% niederen Ausbringen als bei der Luftaufbereitung, also bei 83%. Es wurde also eine wesentlich bessere Konzentration namentlich des leichteren Mittelproduktes und sogar noch des Materials von 1,4—1,5 spez. Gewicht erzielt.

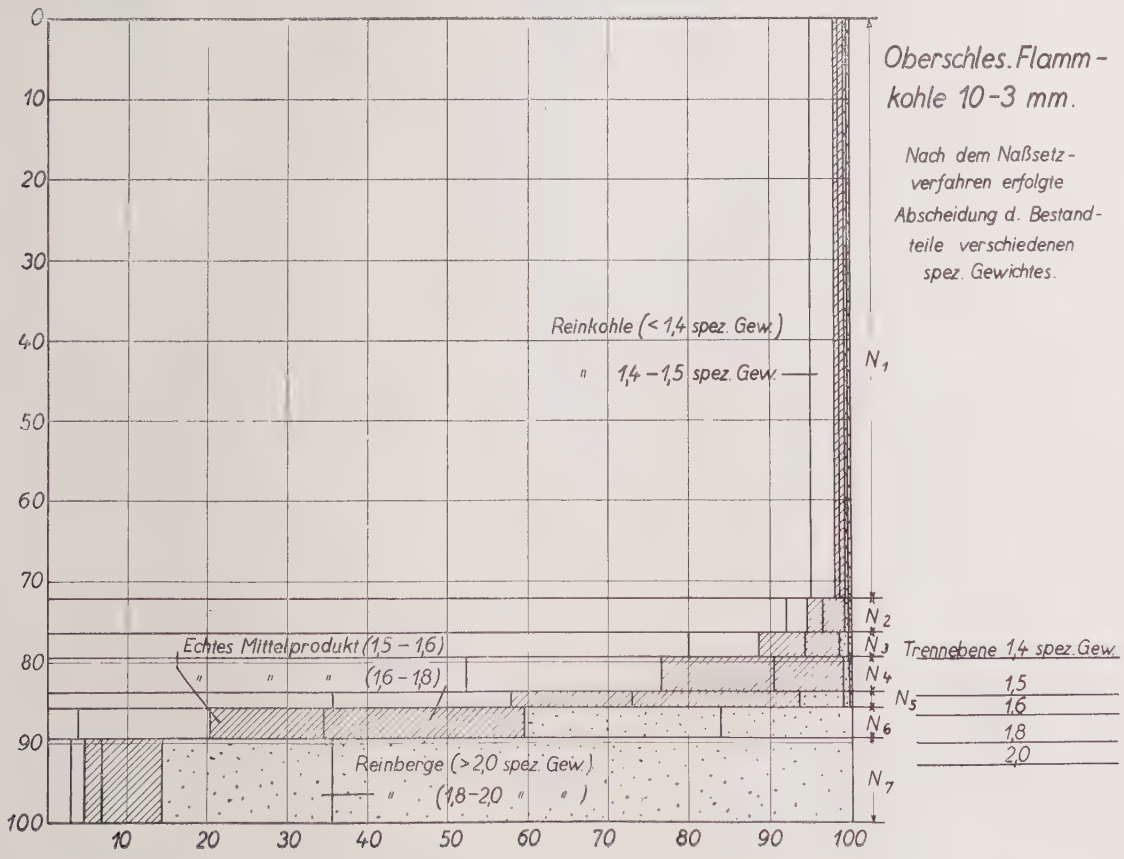
Trotz dieser besseren Mittelproduktabscheidung konnte beim wirtschaftlichen Ausbringen von 83% kein niederer Aschengehalt erzielt werden als bei der Luftaufbereitung (Kurvenblatt 1), weil die Bergeabscheidung im Wasser schlechter war.

Erst wenn man gezwungen ist, zur Erzielung einer möglichst aschenarmen Kohle größere Waschverluste an Reinkohle in Kauf zu nehmen, unterliegt die Luftaufbereitung und zwar deswegen,

weil das Material von 1,4—1,5 spez. Gewicht in Wasser
mit dem Material von 1,5—1,6 spez. Gewicht in Luft
und das Material von 1,5—1,6 in Wasser
mit dem Material von 1,6—1,8 in Luft
praktisch gleichfällig wird (Kurvenblatt 2).

Bei dieser für die Aufbereitung im Wasser sprechenden Erscheinung ist es umso erstaunlicher, daß die besseren

Block od. Balkendiagramm. Nr. 2.



Vorbedingungen der Gleichfälligkeit im Wasser bei der Bergeabscheidung nicht in Erscheinung traten. Die Untersuchung über die Kornform mußte noch weiter ausgedehnt werden. Zu diesem Zwecke wurde eine Rohkohlenprobe bei 1,5 und 1,8 spez. Gewicht getrennt und von jeder Schwimmfraktion eine Menge von 50 Körnern ausgezählt und nach ihrer Kornform geschieden. Um einigermaßen Ordnung in diese Bestimmungsmethode zu bringen, wurde als Bezugsobjekt das räumliche Koordinatensystem gewählt und die einzelnen Körner wie folgt bezeichnet:

Kubische Stücke:	mit 1 : 1 : 1
Vollkorn:	mit 1 : 1 : 2
Stenglige und spießige Stücke:	mit 1 : 1 : 3
Flache Stücke:	mit 1 : 1 : 0,25
Plättchen:	mit 1 : 1 : 0,1

Besondere Formen sind beschrieben. Uebergangsformen wurden abgeschätzt und der nächst verwandten Klasse zugeschlagen.

Unter Anwendung dieser Bezeichnung ergab sich bei den einzelnen Sorten folgende Zusammensetzung nach Kornform:

Material	1:1:1	1:1:2	1:1:3	1:1:0,25	1:1:0,1	rund
Reinkohle	10	20	7	10	—	3
Echtes Mittelprodukt	10	10	13	10	7	—
Reinberge	4	5	15	13	8	5

Bei der Reinkohle überwiegt also die kubische und Vollkornform, beim Mittelprodukt die stenglige und flache Form und bei den Bergen tritt eine Zunahme der Plättchen auf Kosten groben Kornes auf.

Neben dem Unterschied in der Kornform war das Aussehen, die Struktur und die Härte sehr verschieden und wechselte nicht nur zwischen Reinkohle und Reinbergen, sondern auch innerhalb der gleichen Gruppe.

Nun war die Feststellung wichtig, welche Form diejenigen Berge haben, welche in der luftgesetzten Kohle einerseits und in der naßgesetzten Kohle andererseits verblieben sind. Hierfür wurden die in den Fraktionen L 1—L 4 und N 1—N 4 durch Abschwimmen bei einem spez. Gewicht von 1,8 getrennten Berge in sechsfacher Vergrößerung fotographiert. Die meisten der wenigen in der luftgesetzten Kohle verbliebenen Berge bestanden aus Unterkorn und einigen gröberen unregelmäßig geformten Stücken mit rauher Oberfläche. Ihre Farbe ist dunkel. Diese Gebilde stammen daher aus der Grenzzone der Trennebene 1,8 spez. Gewicht. Nur einige Stücke waren Tonschieferplättchen von hohem spez. Gewicht mit entsprechend höherem Aschengehalt.

Die in der naßgesetzten Kohle verbliebenen Berge zeigen ebenfalls Unterkorn, daneben aber eine große Menge flachgeformter Stücke bis zu den größten Dimensionen und zwar helle Tonschiefer mit hohem spez. Gewicht.

Die Erscheinung, daß in der naßgesetzten Kohle bei demselben Ausbringen fast die doppelte Bergemenge verblieben ist, ergibt sich also aus der Feststellung, daß flache Schiefer sich im festflüssigen System schlechter abscheiden lassen als im System fest-gasförmig[7]). Der Unterschied der virtuellen Vergrößerung der Trägheit von Körpern mit Scheibenform (Plättchen) ist so groß, daß die besseren Vorbedingungen der Gleichfälligkeit im Wasser nicht nur ausgeglichen werden, sondern die naßmechanischen Ma-

schinen bei Abscheidung reiner Berge der Luftaufbereitung unterliegen. In der Praxis sind die mannigfachen Bestrebungen, flache Schiefer im Setzbett durch mechanische Hilfsmittel zum Kippen und zum Absinken zu bringen oder naßgewaschene Kohlen auf geeigneten Siebböden von den restlichen Schieferstücken zu befreien, allzubekannt, als daß auf weitere Einzelheiten dieser physikalischen Grunderscheinung eingegangen zu werden braucht. Bereits das kleine Experiment des Fallenlassens einer Scheibe in Luft und in Wasser überzeugt. Die Scheibe zeigt das Bestreben, sich von selbst in die Lage des größten Widerstandes zu stellen und macht im Wasser eine bedeutend langsamere schaukelnde Abwärtsbewegung als in Luft, die nach den Durchmesser-Geschwindigkeitskurven in diesem Kornbereich[4]) 40mal so langsam erfolgt.

B.) Ruhr-Fettkohle Korngröße 3–0,5 mm.

Diese Kornklasse wird aus der Versuchsreihe vorweggenommen, weil die Auswertung der Versuche vereinfacht wurde, indem die einzelnen Waschprodukte nur auf ihren Gehalt an Reinkohle, echtem Mittelprodukt und Reinbergen untersucht und bei den spez. Gewichten 1,5 und 1,8 getrennt wurden. Die Untersuchung ist deshalb geeignet, als Beispiel zu dienen. Das Ausgangsmaterial wurde durch Absiebung geschaffen. Auf die Herstellung der Klasse 3—0,5 mm im praktischen Betriebe und auf andere Unterteilungsmöglichkeiten wird weiter unten noch eingegangen.

Das Ergebnis der Versuche ist in gleicher Weise auf den Tabellen 4 — 7 zahlenmäßig und auf den Kurvenblättern 3 und 4 sowie auf den Block-Balkendiagrammen 3 und 4 graphisch niedergelegt.

Tabelle 4

Ruhr-Fettkohle 3–0,5 mm.

Ergebnis des Luftsetzversuches.

Luftsetz-fraktion	Menge %	Asche %	Ausbring. %	Mittlerer Aschengehalt in % der Kohle	der Berge
L 1	50,93	4,14	50,93	4,14	15,29
L 2	16,72	5,16	67,65	4,39	26,77
L 3	13,67	7,48	81,32	4,90	38,18
L 4	4,39	30,06	85,71	6,20	60,45
L 5	14,29	69,82	100,00	15,29	69,82
L 1–L 5	100,00	15,29			

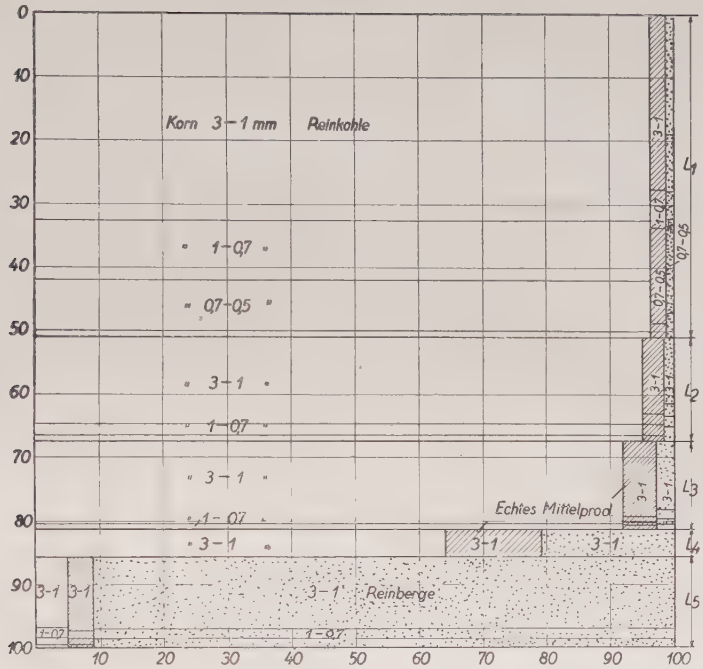
Tabelle 5

Ruhr-Fettkohle 3–0,5 mm.

Gewichtsmäßige Anteile der einzelnen Luftsetzfraktionen an Reinkohle, echtem Mittelprodukt und Reinbergen.

Spez. Gewicht	L 1 Menge	L 2 Menge	L 3 Menge	L 4 Menge	L 5 Menge	L 1 – L 5 Waschk. Menge %	Menge %
–1,5	49,02	15,78	12,48	2,81	0,75	80,84	80,64
1,5–1,8	1,31	0,65	0,77	0,66	0,58	3,97	4,09
+1,8	0,60	0,29	0,42	0,92	12,96	15,19	15,27
	50,93	16,72	13,67	4,39	14,29	100,00	100,00

Block od. Balkendiagramm Nr. 3.

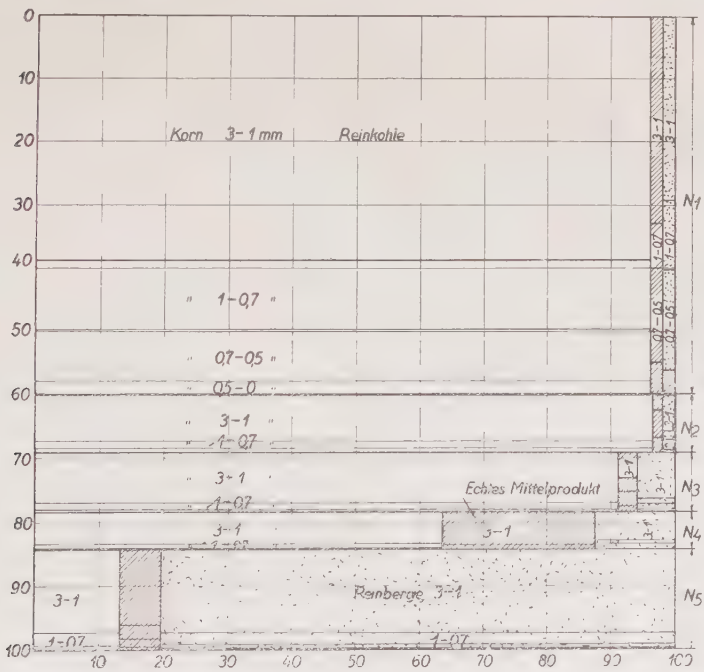


Ruhr–Fettkohle
3–0,5 mm.

Nach dem Luftsetzverfahren erfolgte Abscheidung von:
Reinkohle, [< 1,5 spez. Gew.]
Echtem Mittelprodukt und
Reinbergen [> 1,8 spez. Gew.]
Feststellung der Kornverteilung

Trennebene 1,5 / 1,8 spez. Gewicht

Block od. Balkendiagramm Nr. 4.



Ruhr–Fettkohle
3–0,5 mm.

Nach dem Naßsetzverfahren erfolgte Abscheidung von:
Reinkohle, [< 1,5 spez. Gew.]
Echtem Mittelprodukt und
Reinbergen [> 1,8 spez. Gew.]
Feststellung der Kornverteilung.

Trennebene 1,5 / 1,8 spez. Gewicht.

Tabelle 6

Ruhr-Fettkohle 3–0,5 mm.
Ergebnis des Naßsetzversuches.

Naßsetz-fraktion	Menge %	Asche %	Aus-bring. %	Mittlerer Aschengehalt in % der Kohle	der Berge
N 1	59,77	4,22	59,77	4,22	15,51
N 2	9,37	6,42	69,14	4,51	32,29
N 3	9,31	9,36	78,45	5,10	40,15
N 4	5,76	23,42	84,21	6,34	53,45
N 5	15,79	64,39	100,00	15,51	64,39
N 1–N 5	100,00	15,51			

Tabelle 7

Ruhr-Fettkohle 3–0,5 mm.

Gewichtsmäßige Anteile der einzelnen Naßsetz-fraktionen an Reinkohle, echtem Mittelprodukt und Reinbergen.

Spez. Gewicht	N 1 Menge	N 2 Menge	N 3 Menge	N 4 Menge	N 5 Menge	N 1–N 5 Menge %	Waschk. Menge %
–1,5	57,49	9,04	8,48	3,63	2,02	80,66	80,64
1,5–1,8	1,21+	0,13	0,26–	1,38	1,04	4,02	4,09
+1,8	1,07	0,20	0,57	0,75	12,73	15,32	15,27
	59,77	9,37	9,31	5,76	15,79	100,00	100,00

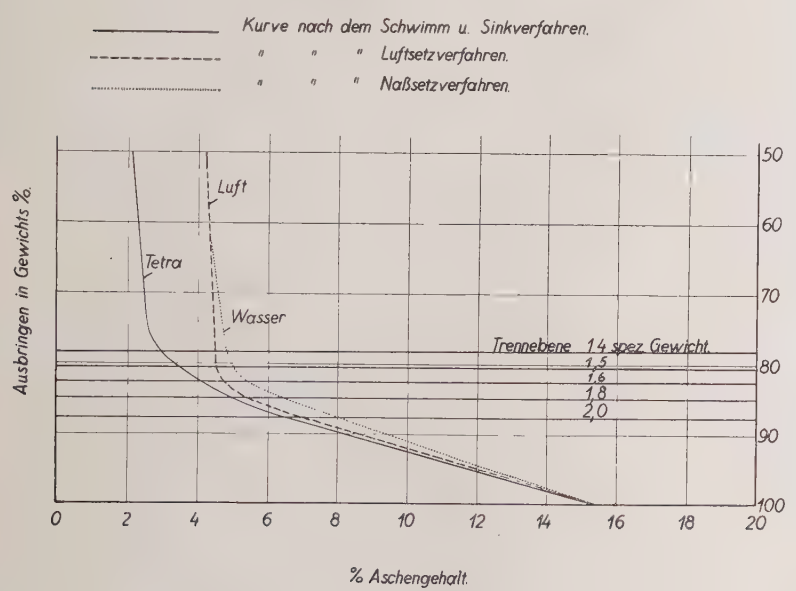
Auf Kurvenblatt 3 fiel auf, daß die Abweichung der Luft- und Naßsetzkurven gegen die Waschkurve größer ist, als beim Korn 10—3 mm. Kurvenblatt 4 zeigt, daß diese Abweichung auf eine schlechtere Kohlen- und Bergeabscheidung und auf einen flacheren Verlauf der Mittelproduktkurve zurückzuführen ist. Als Folge hiervon liegt das wirtschaftliche Ausbringen bei einer Trennebene von höherem spez. Gewicht; die Kohle ist also schlechter waschbar geworden. Zur Erzielung einer möglichst aschenarmen Kohle wird man dort waschen, wo die Bergekurve ihren Knickpunkt hat, d. h. bei einem Ausbringen von 82,5%, bis zum Knickpunkt der Reinkohlenkurve Mittelprodukt herausnehmen und den Rest als Berge abscheiden, die erst bei einem Ausbringen von 85,7% einen noch zulässigen Kohlengehalt aufweisen. Die Trennebene für die Kohlenabscheidung entspricht dann einem spez. Gewicht von ca. 1,6 und die für die Bergeabscheidung einem solchen von ca. 1,9 spez. Gewicht.

Der Unterschied gegenüber der Trennung des Kornes 10—3 mm ist auch aus den Blockdiagrammen 1 und 3 ersichtlich. Das Mittelprodukt (Fraktion L 4) verdient nicht mehr die Bezeichnung Mittelprodukt, sondern ist ein Mischprodukt, weil es nur ca. 15% seiner Menge echtes Mittelprodukt enthält und zu fast 65% aus Reinkohle besteht. Das schlechtere Ergebnis mit der Feinkohle war vermutlich auf die größere Kornspanne zurückzuführen. Die Auswertung des Versuches 3—0,5 mm mußte auf das Verhalten der einzelnen Kornklassen erweitert werden.

Einen zahlenmäßigen und sicheren Aufschluß über die Aufbereitung der einzelnen Kornklassen erhält man, wenn die Schwimmfraktionen der einzelnen Luftsetzfraktionen abgesiebt werden.

Kurvenblatt Nr. 3.

Ruhr-Fettkohle 3–0,5 mm.



Kurvenblatt Nr. 4.

Ruhr-Fettkohle 3–0,5 mm.

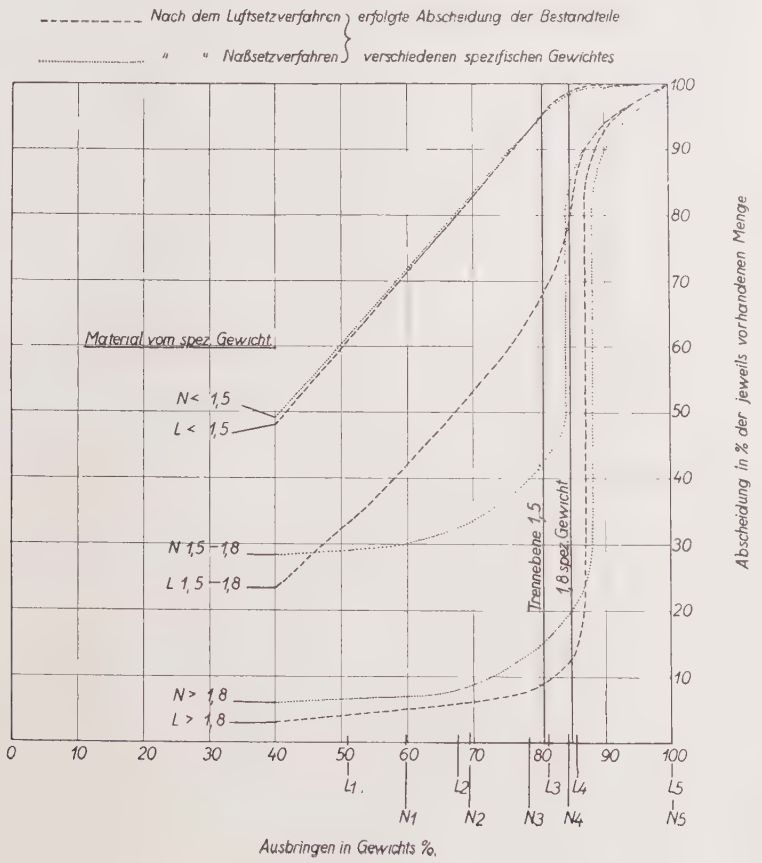


Tabelle 8

Ruhr-Fettkohle 3–0,5 mm.

Siebanalysen der Schwimmfraktionen der einzelnen Luftsetzfraktionen.

Material vom spez. Gewicht –1,5

Korn-größe	L 1 Menge	L 2 Menge	L 3 Menge	L 4 Menge	L 5 Menge	L 1–L 5 Menge
3—1	31,12	13,08	11,61	2,75	0,57	59,13
1—0,7	9,30	1,63	0,66	0,03—	0,09+	11,71
0,7—0,5	7,59	0,91	0,18—	0,02+	0,06+	8,76
0,5—0	1,01	0,16—	0,03+	0,01—	0,03	1,24
3—05	49,02	15,78	12,48	2,81	0,75	80,84

Material von 1,5 – 1,8 spez. Gewicht

Korn-größe	L 1 Menge	L 2 Menge	L 3 Menge	L 4 Menge	L 5 Menge	L 1–L 5 Menge
3—1	0,71	0.47	0,66—	0,60	0,47	2,91
1—0,7	0,16—	0,07—	0,05—	0,03	0,05—	0,36
0,7—0,5	0,38	0,07—	0,03+	0,01—	0,03	0,52
0,5—0	0,06+	0,04	0,03+	0,02+	0,03+	0,18
3—0,5	1,31	0,65	0,77	0,66	0,58	3,97

Material vom spez. Gewicht + 1,8

Korn-größe	L 1 Menge	L 2 Menge	L 3 Menge	L 4 Menge	L 5 Menge	L 1–L 5 Menge
3—1	0,22	0,18	0,32+	0,77	10,03	11,52
1—0,7	0,11	0,04+	0,05	0,10	1,55	1,85
0,7—0,5	0,22	0,03—	0,03+	0,03	1,18	1,49
0,5—0	0,05—	0,04+	0,02—	0,02+	0,20	0,33
3—0,5	0,60	0,29	0,42	0,92	12,96	15,19

Die Eintragung der Ergebnisse (Tabelle 8) in das Block-Balkendiagramm 3 führt zu dem anschaulichen Bild, daß die in der luftgesetzten Kohle verbliebenen Berge hauptsächlich Feinkorn sind, während die in den ausgetragenen Bergen verbliebene Reinkohle Grobkorn ist. Ebenso besteht das Mischprodukt fast ausschließlich aus Material, von 3—1 mm. Zur besseren Uebersicht wurde auch hier die erfolgte Abscheidung der Bestandteile verschiedenen spez. Gewichtes unter Berücksichtigung der Kornklassen als Mengenabscheidungsgrad auf den Kurvenblättern 5 — 7 aufgetragen, eine etwas mühselige Arbeit, die aber doch sehr gute Schlußfolgerungen zuließ.

Zunächst konnte festgestellt werden, daß die Abscheidung bei allen Bestandteilen verschiedenen spez. Gewichtes beim groben Korn besser als beim feinen und somit gesetzmäßig erfolgte. Die mitbehandelte Kornklasse 0,5—0mm durchbricht in einigen Fällen die Gesetzmäßigkeit, darf aber nicht voll bewertet werden, weil es sich um eine Abriebgröße handelt. Wäre dieses Material in größerer Menge vorhanden, wie z. B. in einer gesichteten Kohle, dann würde die Gesetzmäßigkeit erhalten bleiben und die Streuung vergrößert werden.

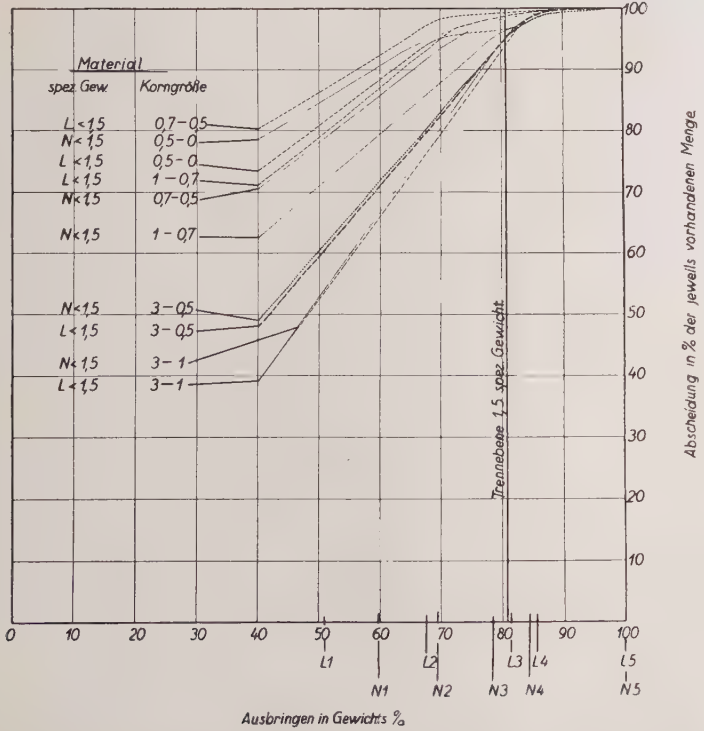
Sodann zeigen die einzelnen Blätter, daß die Streuung der Kornklassen untereinander bei der Reinkohle und bei den Reinbergen am kleinsten und beim echten Mittelprodukt am größten ist.

Schließlich ergab sich durch Ueberdecken der einzelnen Blätter (Kurvenblatt 8 ist als Deckblatt herausgezeichnet), daß das Mittelproduktkorn 0,7—0,5 mm (1,5—1,8 spez. Gewicht) praktisch nicht mehr abscheidbar ist, weil es langsamer fällt als
das Reinkohlenkorn von 3—1 mm (—1,5 spez. Gewicht).

Kurvenblatt Nr. 5.

Ruhr – Fettkohle 3 – 0,5 mm.

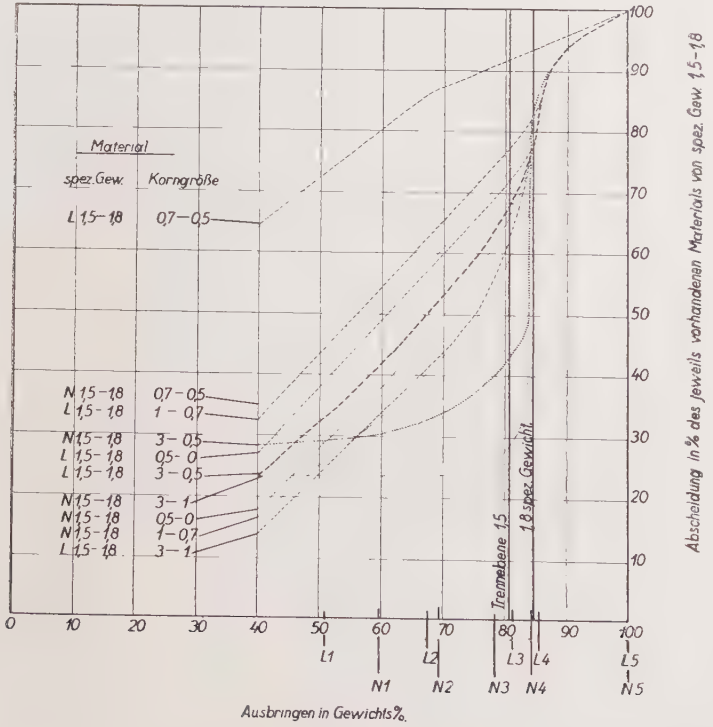
---------- Nach dem Luftsetzverfahren } erfolgte Abscheidung der Bestandteile
———— " " Naßsetzverfahren } vom spez. Gewicht < 1,5.



Kurvenblatt Nr. 6.

Ruhr – Fettkohle 3 – 0,5 mm.

---------- Nach dem Luftsetzverfahren } erfolgte Abscheidung der Bestandteile
———— " " Naßsetzverfahren } vom spez. Gewicht 1,5 – 1,8



Ferner wird
das Mittelproduktkorn 1—0,7 mm (1,5—1,8 spez. Gewicht) nur mit Kohlenverlusten abscheidbar, weil es fast gleichfällig mit dem Reinkohlenkorn 3—1 mm (—1,5 spez. Gewicht) ist.

Die nasse Behandlung derselben Kohle ergab wieder eine schlechtere Berge- und eine bessere Mittelproduktabscheidung.

Die Kurvenblätter 5—7 zeigen, daß die Streuung der einzelnen Kornklassen im Gemisch 3—0,5 mm zwar in derselben Reihenfolge wie bei der Luftaufbereitung erfolgt, daß aber die einzelnen Strahlen weniger diffus sind. Dadurch gelingt es dem Wasser nach Kurvenblatt 8 beim Mittelprodukt die Vorteile der besseren Gleichfälligkeit zu behaupten und wird das Mittelproduktkorn 3—1 mm in Luft mit dem Mittelprodukt 1—0,7 mm in Wasser und das Mittelproduktkorn 1—0,7 mm in Luft mit dem Mittelprodukt 0,7—0,5 mm in Wasser gleichfällig. Die Folge ist, daß zwischen den Trennebenen 1,5 und 1,8 spez. Gewicht, wo das Korn 3—0,5 mm theoretisch 100%ig vertreten sein müßte, nach Kurvenblatt 4

beim Wasser 85—42,5=42,5% und
bei der Luft 78—67,5=10,5%

des echten Mittelproduktes liegen.

Dieser zahlenmäßig große Unterschied fällt bei der geringen Menge des vorhandenen Mittelproduktes jedoch nicht ins Gewicht und setzt die Naßaufbereitung nicht in die Lage, die schlechtere Bergeabscheidung bei Vorhandensein ungünstiger Kornform wettzumachen.

Wie unter der binokularen Lupe festgestellt wurde, enthielt jede Kornklasse der in der Rohkohle enthaltenen Reinberge durchschnittlich 25% flachschiefriges Material.

In der gesamten luftgesetzten Kohle (Fraktion L 1—L 3) sind nun an Bergen nach Tabelle 8 unter Bezug auf die einzelnen Kornklassen folgende Prozentsätze vertreten: bei 3—1 6,2 bei 1—0,7 10,8 bei 0,7—0,5 mm 18,8%. Eine unter 18 facher Vergrößerung gemachte Aufnahme zeigte, daß dieses Gut flach ist, nur einige Abriebkörner hatten volle Form. Beim Naßsetzverfahren haben sich die entsprechenden Zahlen bei demselben Ausbringen nach Kurvenblatt 7 auf

bei 3 — 1 12,1 bei 1 — 0,7 14,5 bei 0,7 — 0,5 mm 25,7%.

erhöht und ist eine bedeutend schlechtere Abscheidung der flachen Schiefer erfolgt, die umsomehr ins Gewicht fällt, weil der Naßsetzprozeß unter günstigeren Bedingungen bezüglich der Gleichfälligkeit abläuft. Während beim Luftsetzverfahren nur der vierte Teil der großen Plättchen in der gesetzten Kohle verblieben ist, ist beim Naßsetzverfahren fast die doppelte Menge nicht abscheidbar gewesen.

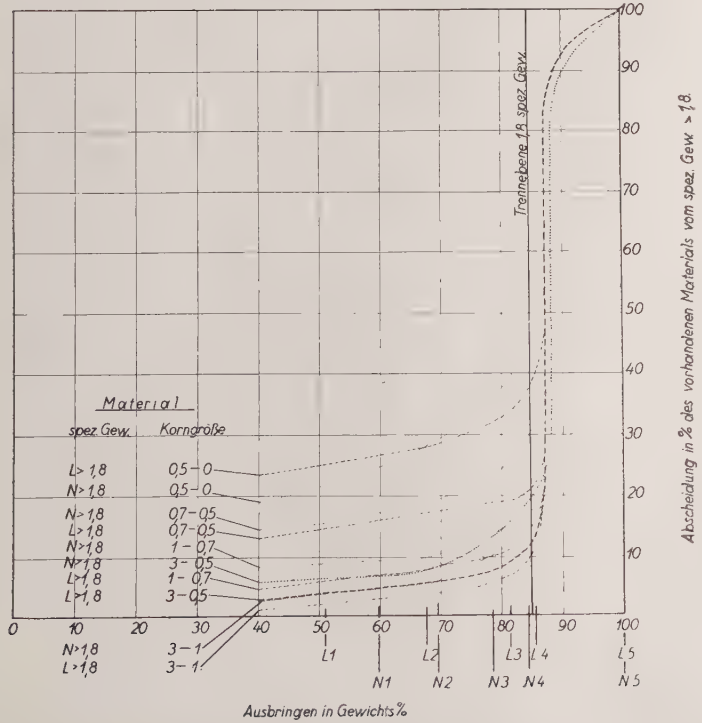
Die Gesamtuntersuchung mit der Ruhr-Fettkohle hat ergeben, daß Kohlen mit hohem Gehalt an flachen Bergen von tafelförmigem Bruch jede Aufbereitung erschweren, für die Luftaufbereitung aber geeigneter sind, besonders wenn die Kohle mittelproduktarm ist.

Als Nebenerscheinung muß noch erwähnt werden, daß sich beim Setzvorgang im Wasser eine größere Abriebbildung ergeben hat, als bei der pneumatischen Aufbereitung. Die Reibung der einzelnen Körner untereinander ist im Wasser wesentlich intensiver, wie man sich durch Abfühlen des Setzbettes überzeugen konnte. Unter Umständen kann natürlich ein auflösender Einfluß des Wassers die Abriebbildung noch wesentlich mehr erhöhen[9]).

Kurvenblatt Nr. 7.

Ruhr – Fettkohle 3–0,5 mm.

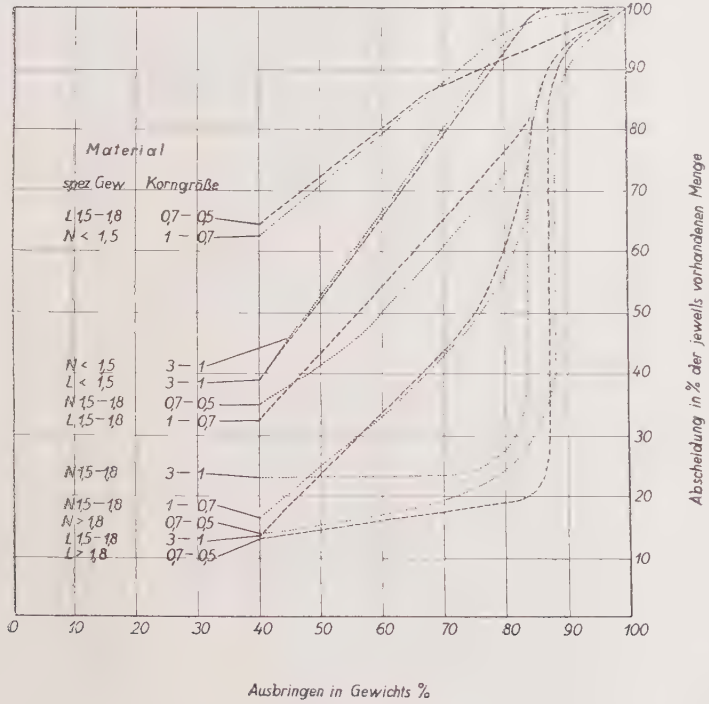
---------- Nach dem Luftsetzverfahren } erfolgte Abscheidung der Bestandteile
..... " " Naßsetzverfahren } vom spez Gewicht > 1,8.



Kurvenblatt Nr. 8.

Ruhr – Fettkohle 3–0,5 mm.

Vergleich der Abscheidung gleicher Kornklassen beim Luft- u. Naßsetzverfahren Praktische Gleichfälligkeitskurven



Der Ausschuß für Steinkohlenaufbereitung beim Verein für die bergbaulichen Interessen in Essen ist z. Zt. mit der Aufstellung von Richtlinien für die Vergebung und Abnahme von Kohlenwäschen beschäftigt. Es ist dabei beabsichtigt, als Gewährleistungszahlen nicht wie bisher üblich den Wirkungsgrad der Wäsche zugrunde zu legen, sondern die Trennungsgüte dargestellt in den Anteilen an den Schwimm- und Sinkstufen der einzelnen Waschprodukte. Angeregt durch diesen guten Vorschlag wurde die Zusammensetzung von Kohle, Mittelprodukt und Bergen ermittelt, die im Folgenden aufgezeichnet ist.

Tabelle 9

Oberschlesische Flammkohle 10–3 mm.

Spez. Gewicht	Rohkohle	Gewaschene Kohle		Mittelprodukt		Berge	
		Luft	Wasser	Luft	Wasser	Luft	Wasser
—1,4	79,68	92,17	93,06	15,80	12,30	4,04	4,35
1,4—1,5	4,56	4,51	3,79	11,37	19,48	1,41	1,20
1,5—1,6	2,26	1,88	1,21	10,60	16,52	1,21	1,96
1,6—1,8	3,47	1,14	1,34	34,60	25,08	8,38	7,94
1,8—2,0	2,48	0,27	0,25	18,40	14,18	13,72	14,80
+2,0	7,55	0,03	0,35	9,23	12,44	71,24	69,75
	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
Menge in Gew.-%	100,00	84,24	82,97	5,73	7,00	10,03	10,03

Tabelle 10

Ruhr-Fettkohle 3–0,5 mm.

Spez. Gewicht	Roh-Kohle	Gewaschene Kohle		Mittelprodukt		Berge	
		Luft	Wasser	Luft	Wasser	Luft	Wasser
—1,5	80,64	94,68	94,93	60,90	38,20	5,01	5,74
1,5—1,8	4,09	3,56	2,27	16,50	31,25	4,18	4,06
+1,8	15,27	1,76	2,80	22,60	30,55	90,81	90,20
	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
Menge in Gew.-%	100,00	82,43	82,43	3,28	5,57	14,29	12,00

Nach dem eben gezeigten Beispiel kann auf einfachem Wege bereits eine eindeutige Erfassung des Ablaufes einer beliebigen Sortentrennung erfolgen, wenn die einzelnen Waschprodukte in zwei oder drei Schwimm-Fraktionen zerlegt und die einzelnen Fraktionen abgesiebt werden. Besonders wichtig ist diese Methode für vergleichende Betrachtungen.

C.) Versuche mit verschiedenartigen Kohlen.

Die anderen Kohlen wurden in derselben Weise behandelt. Im Folgenden sind auf Tabelle 11 die Beziehungen zwischen Kohlenbeschaffenheit und Ergebnis des Luft- resp. Naßsetzversuches in Form einer Versuchsreihe wiedergegeben. Die beiden bereits beschriebenen Kohlen sind dabei eingereiht worden.

Bei sämtlichen Laboratoriumssetzversuchen ergab sich, daß im Wasser die Abscheidung des echten Mittelproduktes etwas besser erfolgte als beim Luftsetzprozeß (Spalte 9).

Dadurch werden bei eng vorklassierten stark mittelproduktthaltigen Kohlen im Wasser bessere Ergebnisse erzielt, indem das wirtschaftliche Ausbringen bei einer

Trennebene von niederem spez. Gewicht liegt (Kohlenarten a, b, e und f nach Spalte 5). Bei b konnte sich die bessere Mittelproduktabscheidung auf das Endergebnis voll auswirken, weil die Bergeabscheidung im Wasser praktisch gleichgut wie in der Luft war (Spalte 11) und bei e trat noch eine weitere Verbesserung ein, weil die Bergeabscheidung in der Luft wegen der rauhen Oberfläche der Berge weniger gut erfolgte. Bei a und f wurde die bessere Mittelproduktabscheidung durch die größere Empfindlichkeit des Wassers flachgeformten Bergen gegenüber in ihrer Wirkung abgeschwächt (Spalte 6). Bei mittelproduktarmen Kohlen hat die Bergeform einen ausschlaggebenden Einfluß auf die Aufbereitungsergebnisse. Bei c hat das Vorhandensein einer großen Menge von Plättchen (Spalte 4) die Bergeabscheidung im Wasser bei gleichgroßem Kohlenverlust (Spalte 8) derart verschlechtert, daß die bessere Mittelproduktabscheidung nicht mehr ausreichte, diesen Nachteil auszugleichen (Spalte 5 und 6). Bei d mit leicht setzbaren Bergen sind die Ergebnisse beider Verfahren gleichwertig. Bei mittelproduktarmen Kohlen ist daher in keinem Fall die Naßaufbereitung der Luftaufbereitung überlegen.

Bei dem feinkörnigen Material mit großer Kornspanne (klassierte Kohlenarten g — k) treten dieselben Erscheinungen auf. Auf der einen Seite hat sich die Schwierigkeit, Plättchenberge kleiner Dimension im festflüssigen System abzuscheiden, bedeutend vergrößert, auf der anderen Seite hat die Behandlung der großen Kornspanne von 1 : 6 im festgasförmigen System dazu geführt, daß das kleine Korn von 1—0,7 und hauptsächlich das Korn von 0,7—0,5 mm die Streuung gegenüber der Trennung nach dem spez. Gewicht nicht nur durch seine Kornform, sondern auch

durch seine absolute Größe verstärkt. Dadurch wird das Gesamtergebnis in beiden Fällen gegenüber dem Waschen engklassierten Materials schlechter. Sandhaltige Braunkohle (k) ließ bei gleichen Ergebnissen eine Kornspanne von 1 : 10 zu. h ist ein Sonderfall für feuchte Kohle, die sich eben noch auf pneumatischem Wege behandeln ließ.

Die Setzergebnisse von Material mit überzogener Kornspanne nämlich gesichtete oder unklassierte Kohlen (l u. m) zeigen eine weitere Verschlechterung. Die Auswertung der Versuche hatte ergeben, daß bei der Luftaufbereitung der Gleichfälligkeitskoeffizient nach dem Feinen zu abnimmt und nur noch zu 60%iger Bergeabscheidung desjenigen Kornes führt, welches die Spanne 1 : 6 überschreitet. Bei der Naßaufbereitung wurde festgestellt, daß beim feinsten Gut zu den bekannten Erscheinungen noch suspensionsartige Einwirkungen hinzutreten. Die Abscheidungskurven der Kornklassen 0,5 —0,25

0,25—0,1 und

0,1 —0 mm

hatten innerhalb des wirtschaftlichen Ausbringens untereinander einen geringen Abstand und lagen insgesamt hoch über den Kurven für das Korn 3—1

1—0,7 und

0,7—0,5 mm.

Damit sind die Möglichkeiten, Feinberge auf nassem Wege durch Setzprozeß zu entfernen, erschöpft, wie auch der hohe Berge- und Schwefelkiesgehalt der Schlämme jeder Naßwäsche zeigt und müssen zur restlosen Aufbereitung Verfahren angewendet werden, welche nach anderen physikalischen Gesichtspunkten arbeiten (z. B. Flotation).

Tabelle 11

Ergebnisse der Laboratoriums-Setzversuche.

	1 Kohlenart	2 Korngröße mm	3 Anteil d. Rohkohle an echtem Mittelprodukt 1,5–1,8 spez. Gewicht in %	4 Beschaffenheit der Berge in der Rohkohle	5 Trennebene nach spez. Gewicht beim wirtschaftlichen Ausbringen bei Mittelproduktabscheidung		6 Abweichung gegen die Waschkurve im Aschengehalt in %		7 Trennebene nach spez. Gewicht beim wirtschaftlichen Ausbringen bei Bergeabscheidung		8 Reinkohlenverlust in den Bergen auf Reinkohle bezogen in %		9 Praktisch gleichfälliges Material:				10 Feuchtigkeitsgehalt der Rohkohle bei 45° C Trocknung in %	11 Erfaßte Gesamtberge bei Mittelproduktabscheidung in %		
					Luft	Wasser	Luft	Wasser	Luft	Wasser	Luft	Wasser	Luft: Spez. Gew.	Luft: Korngröße mm	Wasser: Spez. Gew.	Wasser: Korngröße mm		in Luft	in Wasser	
a	Oberschlesische Flammkohle	10–3	5,73	26% flach 16% Plättchen [1]	1,5	1,45	0,8	0,9	1,8	1,8	0,5	0,5	1,5–1,6 1,6–1,8	10–3 10–3	1,4–1,5[2] 1,5–1,6	10–3 10–3	2,1	99,5	96	a
b	Oberschlesiche Fettkohle	10–3	7,10	40% flach 6% Plättchen	1,6	1,5	0,5	0,5	1,8	1,8	0,9	0,9	nicht feststellbar, da Waschprodukte nur bei 1,5 und 1,8 getrennt wurden. In jedem Falle war das Material 1,5–1,8 spez. Gewicht im Wasser besser abgeschieden als in Luft.				4,5	91	92,5	b
c	Ruhr-Fettkohle	10–3	4,28	30% flach 24% Plättchen	1,5	1,5	0,7	1,1	1,7	1,8	1,5	1,5					2,7	96,5	93,5	c
d	Mitteldeutsche Braunkohle	10–3	3,10	98% rund (Quarzit)	1,5	1,5	0,9	0,8	1,7	1,7	0,9	0,9					14,7	97,5	99,5	d
e	Jugoslavische Braunkohle	5–2	20,90	68% rund 6% flach	1,6	1,5	0,7	0,7	1,8	1,75	1,4	1,4	1,5–1,6 1,6–1,8	5–2 5–2	1,4–1,5 1,5–1,6	5–2 5–2	4,7	78,5	95,5	e
f	Belgische Fettkohle	1,5–0,5 vibriert	7,50	100% flach	1,6	1,55	1,6	1,0	1,9	1,8	1,0	1,0	1,6–1,8	1,5–0,5	1,5–1,6	1,5–0,5	0,4	95	93	f
g	Oberschlesische Flammkohle	3–0,5	7,30	21% flach 18% Plättchen	1,6	1,6	1,4	1,2	1,9	2,0	1,5	1,5	1,5–1,6 1,4–1,5 +2,0	3–1 1–0,7 1–0,7	1,5–1,6 1,4–1,5 +2,0	1–0,7 0,7–0,5 3–1[3]	4,1	89,5	82	g
h	Oberschlesische Fettkohle	3–0,5	6,52	32% flach 8% Plättchen	1,8	1,6	2,9	2,2	1,9	1,7	2,0	2,0	1,5–1,8 +1,8	3–1 3–1	1,5–1,8 +1,8	1–0,5 1–0,5	5,2	68	88	h
j	Ruhr-Fettkohle	3–0,5	4,09	34% flach 25% Plättchen	1,6	1,6	1,2	1,8	1,9	2,1	1,0	1,0	1,5–1,8 1,5–1,8 +1,8	3–1 1–0,7 1–0,7	1,5–1,8 1,5–1,8 +1,8	1–0,7 0,7–0,5 3–1	3,1	91	85,5	j
k	Mitteldeutsche Braunkohle	5–0,5	4,10	94% rund (Sand)	1,6	1,6	1,3	1,0	2,0	2,0	1,0	1,0	1,5–1,8 +1,8	5–1 1–0,7	1,5–1,8 +1,8	1–0,7 0,7–0,5	15,3	93,5	97	k
l	Belgische Fettkohle	1,5–0,2 gesichtet	6,08	100% flach	1,7	1,7	2,2	2,4	2,0	2,1	1,5	1,5	1,5–1,6 +2,0	0,7–0,5 0,5–0,25	1,5–1,6 +2,0	0,5–0,25 1,5–0,7	0,4	85	76	l
m	Oberschlesische Flammkohle	3–0	6,24	–	1,7	1,7	2,1	2,3	2,0	2,1	2,0	2,0	1,5–1,6 +2,0	1–0,7 0,5–0,25	1,5–1,6 +2,0	0,5–0,25 0,7–0,5	4,4	69,5	76	m

[1]) Der Rest verteilt sich auf die in oben angeführter Kornform-Tabelle bezeichneten Formen (Seite 21)

[2]) Bedeutet z. B., daß innerhalb des wirtschaftlichen Ausbringens die Abscheidungskurve des Materials von 1,4—1,5 spez. Gewicht beim Naßsetzprozeß mit der Abscheidungskurve des Materials von 1,5—1,6 spez. Gewicht beim Luftsetzprozeß deckungsgleich ist.

[3]) Hier ist z. B. die Abscheidungskurve für das Korn 3—1 mm vom spez. Gewicht + 2,0 beim Naßsetzprozeß deckungsgleich mit dem Korn 1—0,7 mm vom spez. Gewicht + 2,0 beim Luftsetzprozeß.

D.) Pneumatische Aufbereitung feinsten Kohlenstaubes von 0,5—0 mm.

Weil bei der Luftaufbereitung nur die überzogene Kornspanne zu der Verschlechterung im Aufbereitungsergebnis geführt hat, lag der Gedanke nahe, die Vorklassierung so eng zu gestalten, daß die Aufbereitung feinsten Gutes auf pneumatischem Wege noch möglich ist und bis zu der unteren Grenze durchgeführt wird, bei welcher auch in Luft eine Suspension auftritt. Versuche dieser Art sind von Dr. Gonell[10]) ausgeführt worden, wobei als aussichtsreichstes Verfahren eine Aschenbeseitigung durch aufsteigende Luftströme bezeichnet wird. Bei einer aschenreichen Steinkohle unter 0,4 mm Korngröße gelang jedoch nur eine Verminderung des Aschengehaltes von 22% in der Rohkohle auf 18% in der aufbereiteten, während die im Sichter zurückbleibenden Berge 35—50% Asche aufwiesen.

Bei rein dynamischer Wirkung der Luft, wie sie im Windsichter zu verzeichnen ist, werden sich solche Vorgänge kaum beherrschen lassen, weil die starken Unterschiede in der Kornform sich besonders ausgeprägt im Sichterprozeß auswirken. Auch namhafte Forscher, wie Chapman und Mott[11]) sind zu der Ueberzeugung gekommen, daß eine praktische Anwendung der verschiedenen Fallgeschwindigkeiten spezifisch verschieden schwerer Körner ihre untere Grenze bei einem Korn von etwa 0,4 mm findet.

Aufsteigende Ströme werden also nie zu einem Erfolg führen und war viel eher daran zu denken, daß unter möglichst weitgehender Verringerung des dynamischen Druckanteils der Luft in der Hauptsache der statische Druck sich mit Aussicht auf Erfolg benutzen ließe. Der Anteil des dynamischen Druckes am Gesamtarbeitsdruck läßt sich

gerade bei pneumatischen Setzmaschinen mit pulsierendem Luftstrom mit abnehmender Korngröße beliebig klein halten, weil der Staub über dem Siebboden der Maschine beinahe hermetisch abdichtet, während das Haufwerk gröberer Körnung der Luft zwischen den einzelnen Körnern einen größeren Durchflußquerschnitt bietet.

So betrug z. B. bei dem Setzversuch mit der oberschlesischen Flammkohle 3—0,5 mm die Menge des im Setzzylinder aufgestiegenen und über den Rand getretenen Staubes (Waschstaub) 0,8% der aufgegebenen Kohlenmenge, während bei dem Versuch mit der Korngröße 3—0 mm trotz des hohen Gehaltes an feinstem Gut nur 0,2% Staub in Blütenstaubgröße ins Freie entwichen. Selbst bei den vorgenommenen Versuchen mit Korn 0,5—0 mm stiegen nur ganz leichte Nebel auf, die den Setzzylinder durchsichtig ließen und eine Beobachtung der Oberfläche der Setzschicht gestatteten.

Je nach dem Anteil des statischen Druckes konnten die Versuche mit verschiedenen Ergebnissen durchgeführt werden. Bei Steigerung des dynamischen Anteiles gelang die Abscheidung reiner Berge, die aber hauptsächlich nur die Kornklasse 0,5—0,25 mm umfaßten und war die Kohle entsprechend schlecht. Es wäre also erforderlich gewesen, die Kohle noch enger zu klassieren. Abgesehen davon, daß die Herstellung so enger Kornklassen im feinsten Gut selbst bei getrockneter Kohle zur praktischen Unmöglichkeit wird, konnte beim Korn 0,25—0 mm wie im Gonell'schen Windsichter nur eine Aschenverminderung von 4% erzielt werden. Für das Mißlingen der Versuche kann nur der hohe Anteil des Kornes unter 0,06 mm verantwortlich gemacht werden. Die Erklärung, daß diese kleinen Gebilde mit einer Lufthaut überzogen sind und mit größerer

Kraft aneinander haften als der Unterschied in den Beschleunigungskräften beim freien Fall der Kohle und Bergeteilchen beträgt, dürfte zutreffend sein. Damit wäre die Grenze erreicht, bei der mit der umgebenden Luft Suspension eintritt und eine weitere Aufbereitung unmöglich wird.

Es wurde daher der Entschluß gefaßt, die Versuche mit dem unklassierten Korn 0,5—0 mm fortzusetzen und den dynamischen Anteil der Setzluft soweit zu drosseln, daß keine reinen groben Berge, sondern zur Erzielung einer möglichst sauberen Kohle aschenarme Berge abgeschieden werden. Zum Vergleich der Ergebnisse der Setzversuche mit der Trennung der Kohle nach dem spez. Gewicht mußten die Rohkohlen und die einzelnen Luftsetzfraktionen mittels Zentrifuge abgetrennt werden.

Zunächst fiel auf, daß die Rohkohle im feinen Gut 0,5—0 mm mehr Mittelprodukt, namentlich leichtes Mittelprodukt enthält, als dieselbe Kohle 10—3 und 3—0,5 mm Korngröße. Hieraus kann man schließen, daß der Anteil der Faserkohle, die leichter zerreiblich als die Glanzkohle ist, sich im Feinen mehr ansammelt. Für die Aufbereitung bedeutet diese Anreicherung an Mittelprodukt eine Erschwernis. Sodann ergab die Abtrennung der einzelnen Luftsetzfraktionen, daß der Gehalt der luftgesetzten Kohle an Reinbergen garnicht so groß ist. Diese stammen zum überwiegenden Teil aus dem Suspensionsgebiet, wie mikrophotographische Aufnahmen und Absiebungen zeigten.

Der Umstand, daß z. B. bei einem Versuch das nicht aufbereitungsfähige Korn von 0,06—0 mm zu 62% in den Bergen enthalten war und dort den Aschengehalt erheblich gesenkt hat, ist eher zu begrüßen, als wenn dieses Gut in der luftgesetzten Kohle verblieben wäre.

Das Bergeprodukt dürfte in dieser Zusammensetzung ein willkommenes Zusatzmittel für die Kohlenstaubfeuerung zur Herabsetzung der Wandtemperatur in den Brennkammern sein.

Das Gesamtergebnis (Kurvenblatt 9) aus einem oberschlesischen Flammkohlenstaub in den beiden Bergefraktionen L 4 und L 5 80% aller Berge und 50% des Mittelproduktes ausgetragen zu haben, ist jedenfalls sehr erfreulich. Der große Ausbringensverlust steht in keinem Verhältnis zu dem Wert des so auf trockenem Wege verbesserten Staubes.

Will man den Aschengehalt des Staubes noch weiter senken, kann die Kohle 0,5—0 mm durch Sichtung, also auf einem praktisch gegebenen Wege vom feinsten störenden Korn befreit werden. Auf diese Weise wurde mit einem Gasflammkohlensichterstaub des Ruhrgebietes ein Aschengehalt der Berge von 52% und des luftgesetzten Staubes von 9,7% erzielt. In diesem Falle war der Ausbringensverlust sehr klein und entsprach der Aschengehalt der Kohle dem bergefreier Kohle bei einer Trennebene von 2,0 spez. Gewicht.

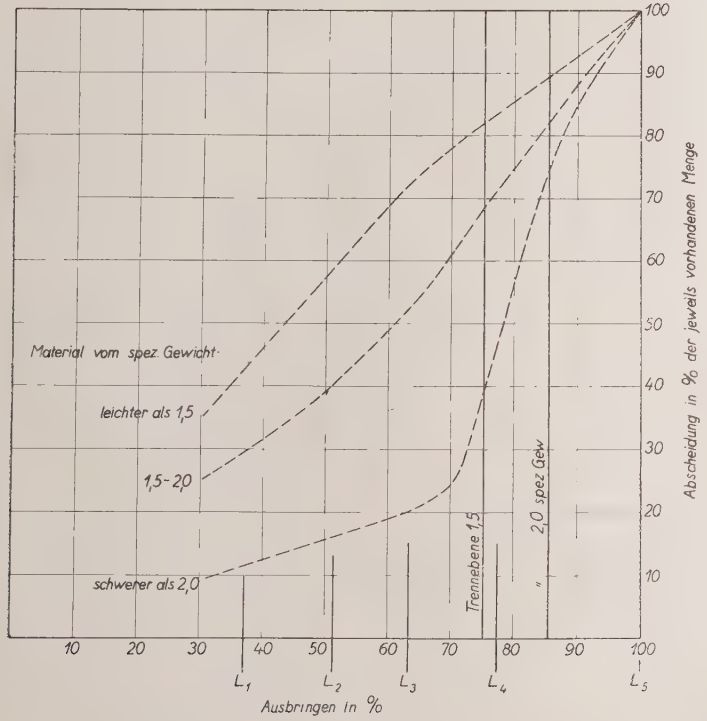
Versuche mit einer belgischen Fettkohle 0,5 — 0 mm zeigten dieselben Ergebnisse.

Eine Ausnahmestellung nahm wieder die sandhaltige Braunkohle ein. Das höhere spez. Gewicht der Berge sowie die geeignetere Kornform ließen dort hervorragende Ergebnisse und Leistungen erzielen. Sogar in dem Korn von 0,06—0 mm. wurde trotz überzogener Kornspanne eine Verbesserung des Aschengehaltes von 20,9 auf 14,10% erreicht. Die Abscheidung im Gesamtkorn 0,5—0 mm betrug bei einer Trennebene von ca. 1,7 spez. Gewicht nach Kurvenblatt 10

Kurvenblatt Nr. 9

Oberschlesische Flammkohle 0,5–0 mm.

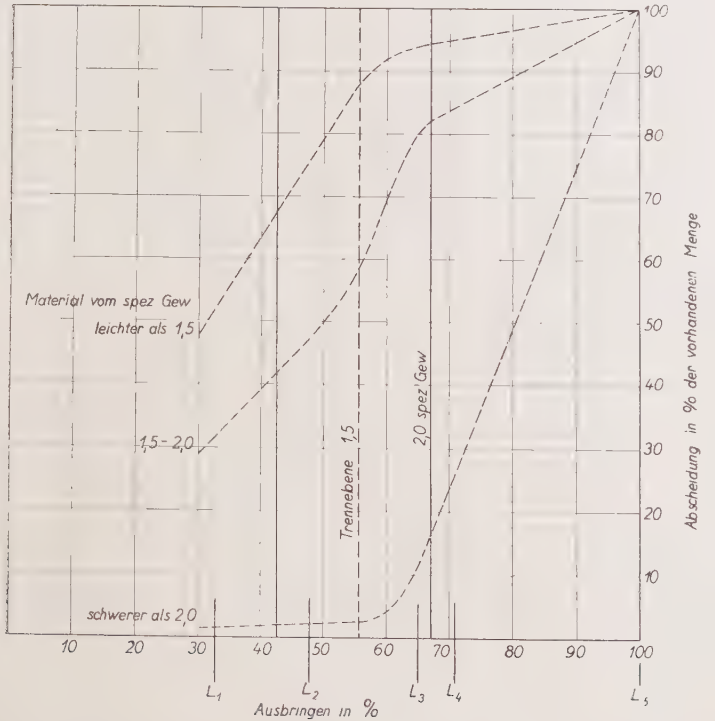
——— Nach dem Luftsetzverfahren erfolgte Abscheidung der Bestandteile verschiedenen spezifischen Gewichtes



Kurvenblatt Nr. 10

Mitteldeutsche Braunkohle 0,5 – 0 mm

——— Nach dem Luftsetzverfahren erfolgte Abscheidung der Bestandteile verschiedenen spez Gewichtes



bei den Bergen	97,5%
beim Mittelprodukt	36,5 und
bei der Kohle	90,0%.

Nach den Siebanalysen bestand der Kohlenverlust fast nur aus Korn, welches durch ein Sieb mit 4900 Maschen fällt.

V. Betriebsergebnisse.

A.) Korngröße 10 – 3 mm.

Bekanntlich befaßt sich die Carlshütte A. G. für Eisengießerei und Maschinenbau, Waldenburg-Altwasser in Schlesien mit der praktischen Anwendung des pulsierenden Luftstromes auf feststehenden Setzmaschinen zur Aufbereitung von Mineralien, insbesondere von Kohlen. Eine große Anzahl von Aufbereitungsanlagen sind nach diesem System gebaut worden. Es war daher angebracht, die Waschprodukte solcher Anlagen auf dieselbe eindeutige Weise zu untersuchen und mit den Laboratoriums-Setzversuchen zu vergleichen, wobei natürlich nur die Feinkornwäschen berücksichtigt wurden. Auf der ersten gebauten Anlage solcher Art werden 145 t Flammkohle 40—0 mm stündlich in einem vorzüglich geleiteten Betriebe pneumatisch aufbereitet. Von den auf einem Vorklassierrätter geschaffenen Sorten 40—10, 10—3 und 3—0 mm hat die Kornklasse 10—3 mm die auf Kurvenblatt 11 aufgeführte Zusammensetzung nach spez. Gewicht und liefert auf 2 zweiteiligen Setzmaschinen die dort ebenfalls angegebenen Ergebnisse. Die Abscheidungskurven lassen erkennen, daß die Berge-Abscheidung

bei einer Trennebene von 1,86 und die Mittelproduktabscheidung

bei einer Trennebene von ca. 1,55 spez. Gewicht erfolgt.

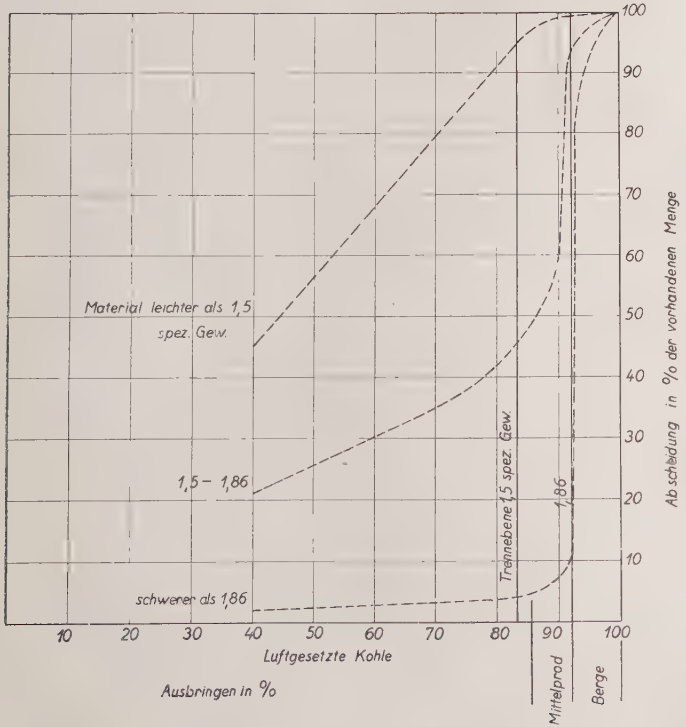
Bei den Laboratoriumssetzversuchen mit der ähnlich beschaffenen oberschlesischen Flammkohle 10—3 mm, die von einer anderen Grube stammte, hatte sich eine Trennung bei 1,8 resp. 1,5 spez. Gewicht ergeben. Das nur um ein geringes Maß zurückbleibende Betriebsergebnis ist nicht die Folge einer schlechteren Setzarbeit auf den Maschinen sondern auf die unvermeidlichen betrieblichen Unregelmäßigkeiten, wie schwankende Aufgabe, Wechsel im Feuchtigkeitsgehalt der Kohle und damit verbunden auf verschiedenen Unterkorngehalt zurückzuführen. Weiterhin muß die Umsetzung der im Setzzylinder auf idealem Wege erfolgenden Bergegewinnung in eine während des Betriebes tätige mechanische Austragsvorrichtung zu einer gewissen Verschlechterung führen, die jedoch bei den neueren dreiteiligen Maschinen mit 2 Bergeausträgen fast ausgeschaltet wird.

Auf einer zweiten Anlage mit einer dreiteiligen Maschine werden verschiedene Kohlen für Verkokungsversuche gewaschen. Die von dem Hauptlaboratorium der Prager-Eisen-Industriegesellschaft in Kladno ausgeführten Mengenbestimmungen, Abtrennungen nach dem spez. Gewicht und Aschengehaltsbestimmungen mit 2 Kohlen wurden in die gleiche Form gebracht und ergaben mit der Gaskohle bei dem wirtschaftlichen Ausbringen von 68,7% eine Gesamtbergeabscheidung von 95% und einen Kohlenverlust von 3,1%, der restlos in dem ausgetragenen Mittelprodukt als Kesselkohle Verwendung findet. (Kurvenblatt 12). Die Trennebenen liegen zwischen den spez. Gewichten von ca. 1,65 und von ca. 2,0 und liefern einen guten Beweis für ausgezeichnete Setzarbeit bei diesem mittelproduktreichen und feuchten Material.

Kurvenblatt Nr. 11

Oberschlesische Flammkohle 10 – 3 mm.

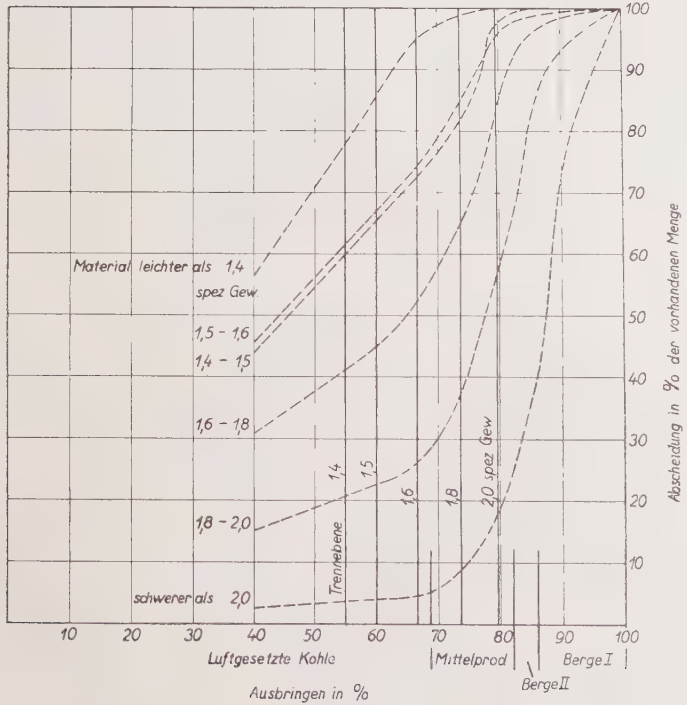
——— Auf einer zweiteiligen pneumatischen Setzmaschine (feststehender Setzguttrager u. pulsierender Luftstrom) erfolgte Abscheidung von Reinkohle, echtem Mittelprodukt und Reinberger.



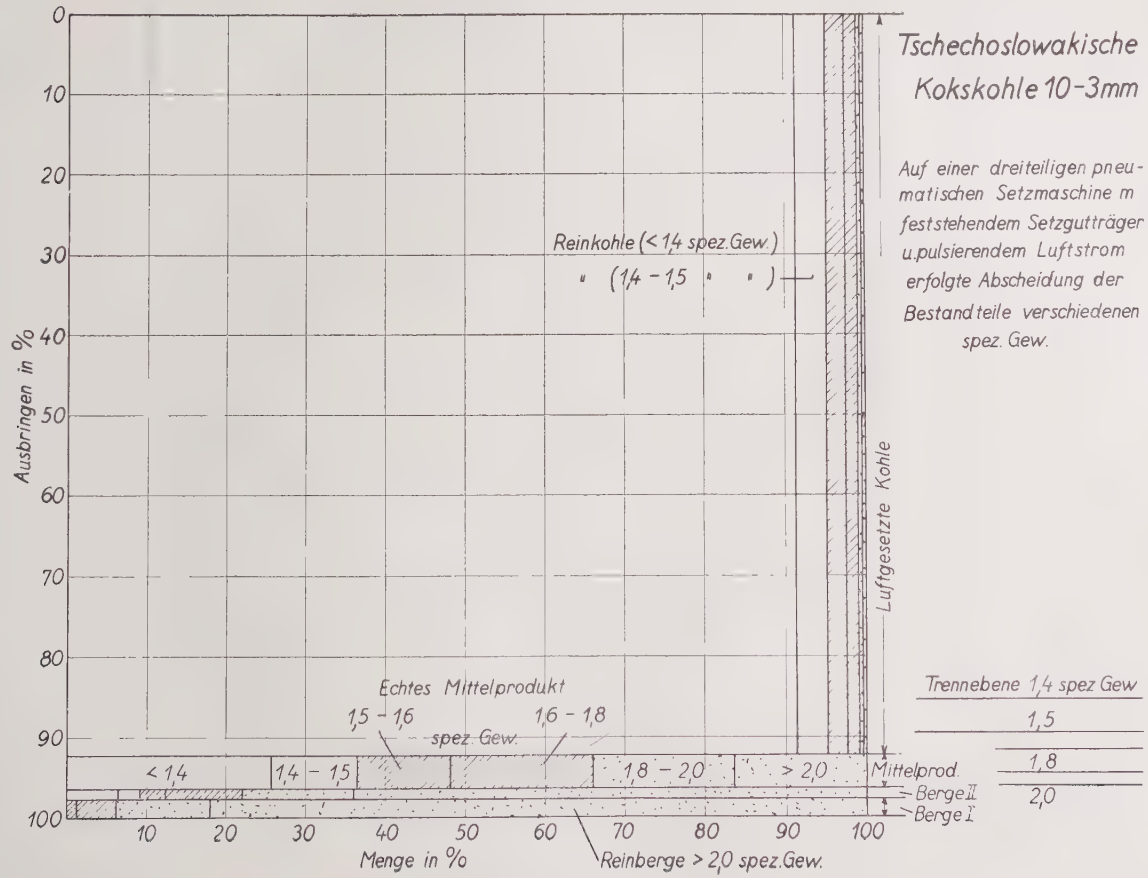
Kurvenblatt Nr. 12.

Tschechoslowakische Gaskohle 10 – 3 mm.

——— Auf einer dreiteiligen pneumatischen Setzmaschine (feststehender Setzgutträger u. pulsierender Luftstrom) erfolgte Abscheidung der Bestandteile verschiedenen spezifischen Gewichtes.



Block od. Balkendiagramm Nr. 5.



Die Kokskohle war trocken und ein Aufschlußprodukt ausgeklaubter Stückkohle. Sie enthielt wenig Mittelprodukt und Berge. Die Trennung erfolgt wieder bei einer Trennebene von 2,0 spez. Gewicht für die Berge und
bei 1,6 spez. Gewicht für die Kohle
mit einem noch geringen Bergegehalt in der luftgesetzten Kohle. Obgleich nur 3,85% Berge in der Rohkohle enthalten waren, wurden noch 88% der Bergemenge ausgetragen bei einem Kohlenverlust von 1,2% im Mittelprodukt und von nur 0,1% in den Bergen.

Beachtlich ist auch hier die äußerst günstige Zusammensetzung des ausgetragenen Mittelproduktes, die vom Verfasser bisher in keiner neuzeitlichen Feinkohlen-Naßwäsche angetroffen wurde (Block- und Balkendiagramm Nr. 5).

Die Ergebnisse der Laboratoriumssetzversuche mit der Korngröße 10—3 mm lassen sich demnach mit einiger Sicherheit auf die Betriebsmaschine übertragen. Das Ausbringen der Betriebsmaschine lag zwar bei einer Trennebene von etwas höherem spez. Gewicht, dafür war der Kohlenverlust, der in der Praxis in erster Linie vermieden werden soll, aber kleiner als bei den Setzversuchen. Wird auf eine möglichst saubere Kohle Wert gelegt, so ist natürlich ein kleiner Kohlenverlust unvermeidlich.

B.) Korngröße 3—0,5 mm.

Die auf der ersten Anlage abgesiebte Feinkohle 3—0 mm wird in einem Stromsichter entstaubt und gelangt auf 3 pneumatische Setzmaschinen. Die Ergebnisse sind im Vergleich zu den Laboratoriums-Setzversuchen mit gesichteter Kohle etwas schlechter, weil die konstruktive Durchbildung der Maschinen nach veralteten Gesichtspunkten erfolgt war und ohne größeren Umbau sich nicht abändern ließ. Der dynamische Anteil der Setzluft ist zu

groß und außerdem haben die Maschinen nur je 2 Setzabteilungen. Immerhin wird nach Kurvenblatt 13 eine 97%ige, also fast restlose Entfernung des Grobbergekornes von 3—1 mm und eine 74%ige Entfernung des Bergekornes von 0,7—0,5 mm erzielt bei einem Kohleverlust

von 4,2% im Mittelprodukt und
von 0,6% in den Bergen.

Trennebene ca. 1,75 für Mittelproduktabscheidung und 2,0 spez. Gewicht für Berge.

Auf zwei modernen Maschinen wird Fettkohle gewaschen, die vorher auf einem Schiefersteinsieb bei 3 mm getrennt und in einem Rotationssichter entstaubt wird. Hier ist nach den bei den Abnahmeversuchen im Laboratorium der Preußischen Bergwerks- und Hütten A. G. in Hindenburg gemachten Feststellungen der Einfluß der Kornspanne nicht so stark bemerkbar. Das Mittelprodukt wurde besser erfaßt. Die Trennebene für Bergeabscheidung sinkt auf 1,9 spez. Gewicht mit einem Kohlenverlust von 0,6%. Der Verlauf der Abscheidungskurven (Kurvenblatt Nr. 14) deckt sich mit den bei den Laboratoriums-Setzversuchen aufgestellten Kurven. Selbstverständlich bleibt auch hier der Einfluß der überzogenen Kornspanne nicht aus. Sämtliches Material von der Korngröße 0,7 mm und vom spez. Gewicht 1,8 abwärts wird nicht mehr abscheidbar und das Bergekorn von 0,75—0,5 mm wird nur noch zu 70% mit den Gesamtbergen ausgetragen.

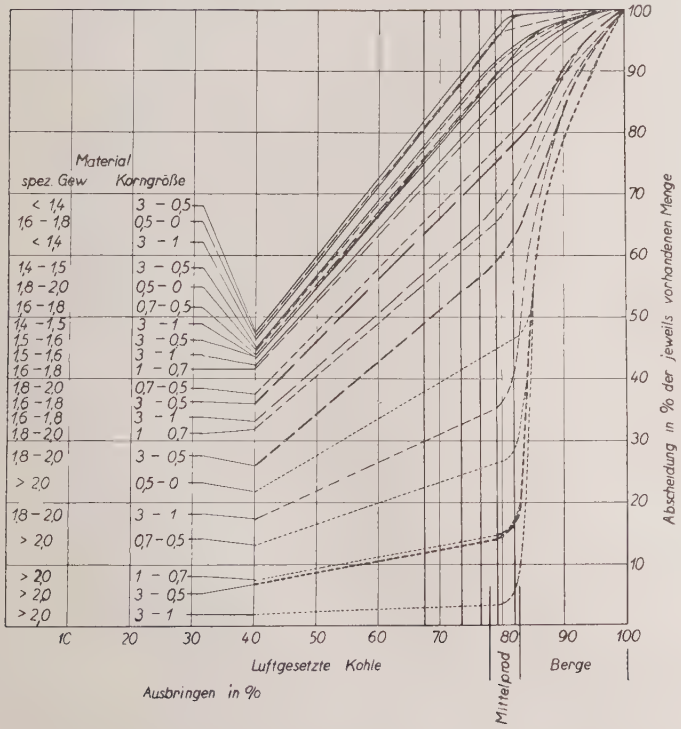
VI. Versuchsergebnisse mit Staubkohle unter 1 mm auf einer Versuchssetzmaschine.

Soll der verschlechternde Einfluß, den das von der Sichtung her in der gesichteten Kohle verbliebene Unterkorn von 0,5—0 mm auf das Endergebnis ausübt und auch bei der Naßaufbereitung zu entsprechender Ver-

Kurvenblatt Nr 13.

Oberschlesische Flammkohle 3 - 0,5 mm

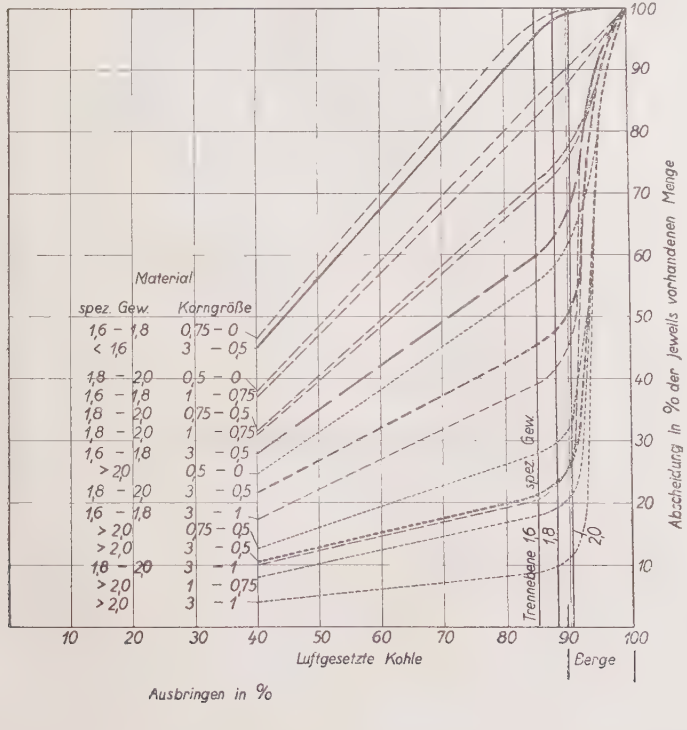
Auf einer zweiteiligen pneumatischen Setzmaschine (feststehender Setzgutträger u. pulsierender Luftstrom) erfolgte Abscheidung der Bestandteile verschiedenen spez. Gewichtes.



Kurvenblatt Nr 14.

Oberschlesische Fettkohle 3 - 0,5 mm.

Auf einer dreiteiligen pneumatischen Setzmaschine (feststehender Setzgutträger u. pulsierender Luftstrom) erfolgte Abscheidung der Bestandteile verschiedenen spez. Gewichtes.



schlechterung des Endaschengehaltes führt, ausgeschaltet werden, dann muß die Kohle bei 0,5 mm gesiebt werden. Während dies bei naßgewaschenen Kohlen auf Entwässerungssieben leicht möglich ist, scheitert die Trockenabsiebung bereits bei geringem Feuchtigkeitsgehalt oder an zu geringer Leistung der Siebmaschinen. Ein weit besserer Weg besteht darin, die Kohle 3—0 mm vom allerfeinsten Staub zu befreien, also schwach zu sichten und das Korn 1—0,2 mm vor oder nach dem Luftsetzen der Kohle 3—0,2 mm abzusieben und auf besonderen Maschinen aufzubereiten. Betriebsanlagen solcher Art bestehen noch nicht, weil eine solche Ausgestaltung der pneumatischen Wäsche für die verlangten Aschengehalte nicht erforderlich und der einfache Betrieb daraufhin vorzuziehen war. Ein derartiger Großversuch ist mit einer Kohle durchgeführt worden und hatte das auf Kurvenblatt 15 aufgezeichnete Ergebnis. Trotz einiger mechanischer Mängel an der bereits veralteten Versuchsmaschine konnte der Nachweis geführt werden, daß eine gesonderte Aufbereitung dieses Feingutes praktisch möglich und stets dort zu empfehlen ist, wo die Kohle wie im vorliegenden Falle so trocken ist, daß eine Absiebung bei 1 mm technisch möglich ist, was bei dem heutigen Stand der Siebtechnik auch bei feuchteren Kohlen durchzuführen geht. Im Gegensatz zu den Waschergebnissen mit überzogener Kornspanne gelang eine Abscheidung

des Bergekornes von 0,7—0,5 mm zu 96,5%
des Kornes von 0,5—0,25 mm zu 71,5%
und des Kornes von 0,25—0,1 mm zu 28 %,

wobei der Kohlenverlust im Mittelprodukt 5,7 und in den Bergen 5,0% betrug.

In Bedarfsfällen, bei denen ein besonderer Wert auf

niedrigen Aschen- und Wassergehalt der Kokskohle gelegt wird, ist dieser Weg ohne weiteres gangbar.

Bei getrockneter Kohle, also vorwiegend bei Brikettierkohlen, sei es Stein- oder Braunkohle, ist sogar ein praktischer Weg möglich, allerfeinste Berge abzuscheiden. Ein durchgeführter Versuch ergab folgendes. Obgleich der Gesamt-Kohlenverlust in den Bergen nur 3,2% betrug, (Kurvenblatt Nr. 16) konnten von dem schweren Material von größer als 1,8 spez. Gewicht in der Kornklasse von

0,5 —0,38 mm 100 %
0,38—0,25 mm 92,6%
0,25—0,15 mm 88,5%
0,15—0,10 mm 76,2%
0,10—0,06 mm 43,9%

abgeschieden werden, während von noch kleinerem Korn nur Spuren abzutrennen waren. Dieses hervorragende Ergebnis dürfte den eindeutigen Beweis liefern, daß die Setzmaschine auch für feinstes Gut anwendbar ist, während in der Literatur an den verschiedensten Stellen (1, 2, 3, 11 und 12) erwähnt wird, daß eine Aufbereitung von Material unter 0,4 mm auf Luftherden praktisch nicht durchführbar ist.

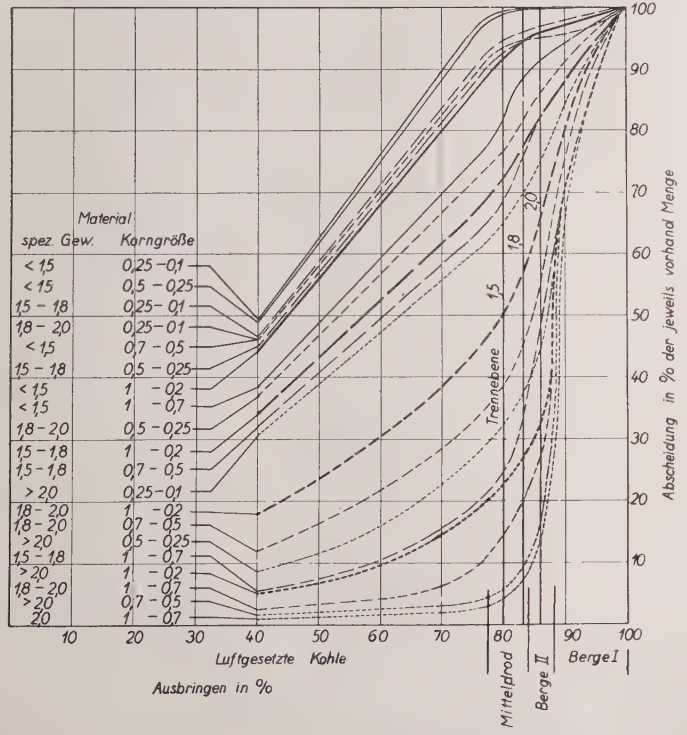
Das gute Ergebnis mit der Braunkohle und das starke Interesse der Braunkohlen-Industrie an der Staubaufbereitung werden in kurzer Zeit die erste Anlage dieser Art entstehen lassen.

Neben der Verbesserung von Brikettierkohle eröffnet sich ein großes Anwendungsgebiet für den Zusatz feinsten aschenarmen Staubes zur Kokskohle, da die Schwierigkeiten, die bei der Entwässerung von Flotationskonzentraten und deren Weiterverwendung auftreten, allzubekannt sind. Man kann in übertragenem Sinn von trockener Flotation reden.

Kurvenblatt Nr. 15.

Holländische Fettkohle 1 – 0,2 mm.

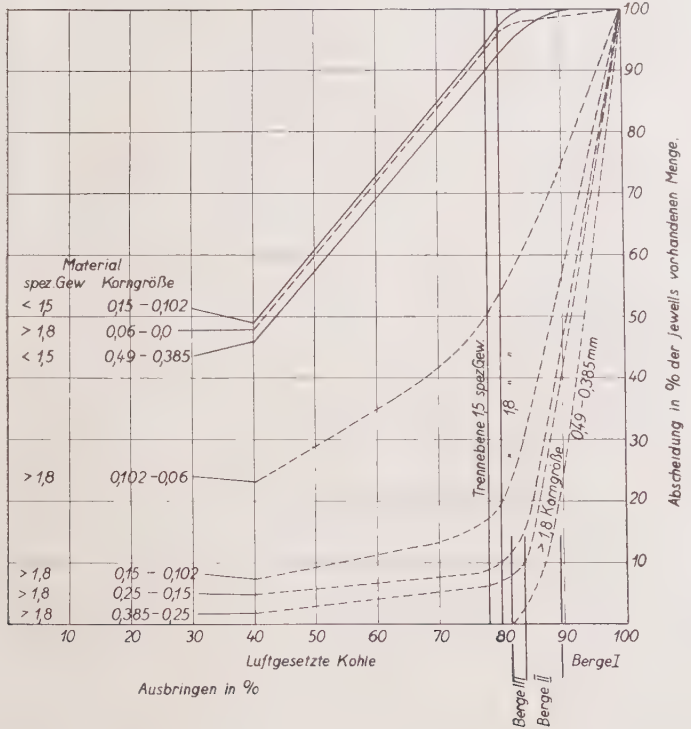
Auf einer dreiteiligen pneumatischen Setzmaschine (feststehender Setzgutträger u. pulsierender Luftstrom) erfolgte Abscheidung der Bestandteile verschiedenen spez. Gewichtes.



Kurvenblatt Nr. 16.

Mitteldeutsche Braunkohle 0 – 0,5 mm.

Auf einer dreiteiligen pneumatischen Setzmaschine (feststehender Setzgutträger u. pulsierender Luftstrom) erfolgte Abscheidung der Bestandteile verschiedenen spez. Gewichtes



Zusammenfassung.

Die Beziehungen zwischen Kohlenbeschaffenheit und Ergebnissen von Luft- und Naßsetzversuchen wurden an Hand einer einfachen und eindeutigen Darstellung festgelegt. Die Uebertragbarkeit der Laboratoriumssetzversuche in die Praxis wurde nachgeprüft und festgestellt, daß zwischen der Aufbereitung auf pneumatischen Setzmaschinen und Naßsetzmaschinen nur geringe Unterschiede auftreten, welche durch die verschiedene Gleichfälligkeit in Wasser und Luft bedingt sind. Der nachteilige Einfluß ungünstiger Bergeform auf die Naßaufbereitung führte zu einer schlechteren Bergeabscheidung in Wasser als in der Luft. Dadurch ist bei mittelproduktarmen Kohlen in solchen Fällen das Endergebnis der Naßaufbereitung schlechter als das der pneumatischen Aufbereitung. Ferner hat sich herausgestellt, daß die Aufbereitung im pulsierenden Luftstrom sogar noch für feineres Korn als die Naßwäsche es bearbeitet, brauchbare Ergebnisse liefert, weil bei der naßmechanischen Aufbereitung der Eintritt der Suspension des Kornes im Wasser bei einem größeren Durchmesser liegt als dies bei Luft der Fall ist.

Literaturnachweis.

1.) R. A. Mott, Verbesserungen in der Trockenaufbereitung von Kohle, Zeitschrift The Colliery Guardian vom 27. 3., 2. 4. und 10. 4. 1931.

2.) Schäfer, „Der Bergbau", bergtechnische Wochenschrift Nr. 46 vom 13. 9. 1930.

3.) Prockat, Rechnerische Grundlagen für den freien Fall von Staubteilchen in der Luft, Glasers Annalen, Organ der deutschen maschinentechnischen Gesellschaft, Bd. 106, Heft 6 vom 15. 3. 1930.

4.) Mößner, A. P., Die Gleichfälligkeit von Körnern in beliebigen Mitteln und ihre Anwendung in der Aufbereitung, Glückauf Nr. 8 und 9, 68. Jahrgang, vom 20. und 27. 2. 1932.

5.) Groß und Gründer, Kornfeinheitsbestimmungen durch die Sedimentanalyse am Beispiel von Steinkohlenstaub, Glückauf Nr. 22 69. Jahrgang vom 3. 6. 1933.

6.) Finkey, Die wissenschaftlichen Grundlagen der nassen Erzaufbereitung (1924).

7.) W. Groß, Arbeitsverfahren der Aufbereitung vom physikalisch-chemischen Standpunkt, Glückauf Nr. 27, 65. Jahrgang vom 6. 7. 1929.

8.) Glückauf 1925, Seite 61 und 149; 1926 Seite 485.

9.) Brennstoff Chemie, Essen Nr. 18 Jahrgang 1927.

10.) Archiv für Wärmewirtschaft, Bd. 9, Seite 209.

11.) Chapman and Mott, The Cleaning of coal, London (1928) p. 352.

12.) Hauptversammlung der Gesellschaft für Braunkohlen- und Mineralölforschung an der Techn. Hochschule Berlin, vom 20. 1. 1933. Braunkohle 32. Jahrgang, Heft 8 vom 25. 2. 1933, Seite 127.

Kurzer Abriß des Lebens- und Bildungsganges.

Am 5. März 1900 wurde ich als Sohn des Dipl.-Berging. Arthur Riebeck zu Frechen Kr. Köln geboren.

Nach Vorbereitung zu den akademischen Studien auf dem Gymnasium zu Wohlau, die durch vaterländischen Hilfsdienst und später Heeresdienst unterbrochen wurde, studierte ich das Bergfach an der Bergakademie Freiberg und an den Technischen Hochschulen in Aachen und Breslau. Mit Ablegung des Schlußexamens wurde mir eine Stellung bei der größten westfälischen Aufbereitungsfirma übertragen und seit 4 Jahren bin ich bei der einzigen Kohlenwäschen bauenden Maschinenfabrik Ostdeutschlands tätig.

Bad Salzbrunn, den 20. Oktober 1933.

Walter Riebeck